

Efeito do tipo de poda e de diferentes corretivos orgânicos na estrutura do coberto vegetal, rendimento e composição das uvas na casta Syrah

Maria Madalena Galán Coimbra Nobre Gonçalves

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Viticultura e Enologia

Orientadores: Doutor Jorge Bernardo Lacerda de Queiroz
Engenheiro Amândio José Eleutério da Cruz

Júri:

Presidente:

- Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo da Silva, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais:

- Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

- Doutor Jorge Bernardo Lacerda de Queiroz, Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2016

Agradecimentos

Ao Professor Jorge Queiroz, pela orientação e disponibilidade prestada durante a realização deste trabalho.

Ao Engenheiro Amândio Cruz, por me ter integrado no projeto, pela orientação e por se ter mostrado sempre disponível para ajudar no tratamento de dados.

À Quinta do Gradil, no nome do Engenheiro Bento Rogado pelo apoio durante a recolha de dados e Flávia Dias, pela ajuda nas análises dos bagos.

Ao Professor Carlos Lopes, por fomentar o meu gosto pela viticultura. Agradeço os conhecimentos e ensinamentos que transmitiu, mas principalmente a forma como o fez. O seu empenho, dedicação e rigor foram essenciais no decorrer do meu percurso académico.

À Professora Mariana Mota, por todo o apoio ao longo do meu percurso no Instituto Superior de Agronomia.

A realização deste trabalho foi possível devido a financiamento da União Europeia e do Governo de Portugal, através do programa ProDeR, Medida 4.1 "Cooperação para a Inovação", PA 24071, Parceria 397, Projeto FERTILPODA.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo principal a avaliação do efeito do tipo de poda (poda manual e poda em sebe) e da aplicação de corretivos orgânicos diferentes (estrupe bovino, lamas de ETAR, pó de carvão e resíduos sólidos urbanos compostados) no solo. Pretende-se avaliar a resposta da videira a estes fatores, em termos de estrutura do coberto vegetal, rendimento e qualidade das uvas.

Definiram-se três parcelas onde se realizou poda em sebe e poda manual. Em cada parcela, selecionaram-se 6 videiras por modalidade de poda e corretivo orgânico e acompanhou-se a sua evolução.

Após tratamento estatístico dos dados, conclui-se que a poda mecânica levou ao aumento do rendimento em cerca de 76%. Apesar de, à vindima, ter sido registado um menor peso por cacho, o aumento no número de cachos que a poda mecânica originou, compensou essa diferença. A poda mecânica não influenciou os parâmetros analíticos das uvas à vindima, com exceção do teor de álcool provável, onde se verificou no ano de 2016 um ligeiro decréscimo face à modalidade de poda manual, contrariamente ao que se verifica em anos anteriores.

Não se registaram diferenças significativas entre corretivos orgânicos, mas considerando o aspeto económico e ambiental, está provado que a sua utilização é uma opção mais sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: poda em sebe, rendimento, Syrah, corretivos orgânicos, composição da uva

Abstract

The main goal of this essay is to evaluate the effect of mechanical pruning (hedge pruning) and the application of different organic fertilizers to the soil which is achieved by assessing the response of the grapevines in terms of canopy structure, yield and grape quality.

To attain this goal, three plots have been drawn and subject to hedge pruning and manual pruning. In each plot, six vines were selected per type of organic fertilizer and type of pruning, and were monitored during the cycle of 2016.

We could conclude that the mechanical pruning increased the yield in 76%, due to the higher number of clusters registered. Mechanical pruning had influence only in the concentrations of sugar, where in the year of 2016 manual pruning showed higher concentrations contrary to previous years. There were no significant differences registered in any of the variables between the five organic fertilizers. Regarding the economic and environmental aspect, these options proved to be more sustainable.

KEY-WORDS: hedge pruning, yield, Syrah, organic fertilizers, berry composition

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Quadros	viii
1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	4
2.1. Breve introdução ao ciclo da videira.....	4
2.2. Poda	5
2.2.1. Objetivos e princípios	5
2.2.2. Efeitos da intensidade de poda.....	6
2.2.3. Autorregulação da videira	7
2.2.4. Sistemas de condução	8
2.3. Efeitos da poda na videira.....	9
2.3.1. Abrolhamento e fertilidade.....	9
2.3.2. Vigor.....	9
2.3.3. Superfície foliar exposta	11
2.3.4. Qualidade	11
2.4. Poda mecânica	12
2.4.1. Poda em sebe	12
2.4.2. Poda mínima	12
2.5. Corretivos orgânicos	13
3. Material e métodos.....	14
3.1. Localização do campo de ensaio	14
3.2. Descrição da parcela experimental	14
3.3. Classificação climática e bioclimática.....	15
3.4. Material vegetal	16
3.5. Delineamento Experimental	16
3.6. Registos efetuados	17
3.6.1. Fenologia	17
3.6.2. Carga à poda, abrolhamento e fertilidade.....	17
3.6.3. Estrutura do coberto vegetal.....	18
3.6.4. Evolução da maturação.....	20
3.6.5. Vindima	21
3.7. Operações culturais	21
3.8. Análise estatística	21

4. Resultados e discussão.....	22
4.1. Fenologia.....	22
4.2. Rendimento e seus componentes.....	22
4.3. Estrutura do coberto vegetal e expressão vegetativa.....	23
4.3.1. Área foliar.....	23
4.3.2. Dimensões da sebe.....	24
4.3.3. Número de camadas de folhas.....	25
4.4. Qualidade.....	27
4.4.1. Evolução da maturação e análise do mosto à vindima.....	27
5. Conclusões.....	30
6. Referências bibliográficas.....	31
7. Anexos.....	38

Índice de Figuras

Figura 1 – Fotografia aérea da parcela onde está instalado o ensaio, com delimitação dos três blocos assinalados pela linha preta. (Fonte: Google Earth)	14
Figura 2 – Adaptação do mapa das regiões vitivinícolas de Portugal: região vitivinícola de Lisboa e denominações de origem. Fonte: http://www.winesofportugal.info/	15
Figura 3 – Caracterização do clima vitícola da Região de Lisboa, com base nos dados obtidos na estação climatológica de Dois Portos (IM), pelo Sistema CCM Geovitícola (Clímaco, P. 2014).....	16
Figura 4 – Delineamento experimental da parcela de ensaio. BIOC – Pó de carvão; ESTR – Estrume bovino; ETAR – Lamas de ETAR; TEST – Testemunha; RSUC – Resíduos sólidos urbanos compostados.....	17
Figura 5 – Esquema da localização das nervuras laterais esquerda (L2e) e direita (L2d), medidas para o cálculo da área foliar.	18
Figura 6 – Representação esquemática da determinação das dimensões da sebe	19
Figura 7 – Representação esquemática da determinação do número de camada de folhas (NCF), método do “Point Quadrat”.	20
Figura 8 – Influência do tipo de poda na área foliar total por videira (m ²) ao pintor e maturação	23
Figura 9 – Influência do tipo de poda na superfície foliar exposta (SFE), em videiras da casta ‘Syrah’. MEC – Poda mecânica (poda em sebe); MAN – Poda manual.....	25
Figura 10 – Influência do tipo de corretivo orgânico na superfície foliar exposta (SFE), em videiras da casta ‘Syrah’. TEST – Testemunha; ESTR – Estrume; ETAR – Lamas de ETAR; BIOC – pó de carvão; RSUC – Resíduos sólidos urbanos compostados.....	25
Figura 11 – Evolução do teor de álcool provável (%) na casta Syrah ao longo da maturação	27
Figura 12 – Evolução do peso do bago no decorrer da maturação por modalidade de poda	28

Índice de Quadros

Quadro 1 - Comparação da poda mecânica e poda manual, na casta Syrah conduzida em GDC (Tassie e Freeman, 1992)	9
Quadro 2 - Efeito dos fatores poda e matéria orgânica no rendimento e seus componentes. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual; BIOC - pó de carvão; ESTR - estrume bovino; ETAR - Lamas de ETAR; RSUC - Resíduos sólidos urbanos compostados; TEST - Testemunha	22
Quadro 3 - Efeito do fator poda na relação folha/fruto. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual.....	24
Quadro 4 - Influência da modalidade de poda no número de camada de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores, percentagem de cachos exteriores e percentagem de buracos, ao pintor. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual	26
Quadro 5 - Influência da modalidade de poda no número de camada de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores, percentagem de cachos exteriores e percentagem de buracos, à maturação. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual.....	26
Quadro 6 - Efeito dos fatores poda e matéria orgânica nos parâmetros analíticos dos bagos à vindima. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual; BIOC - pó de carvão; ESTR - estrume bovino; ETAR - Lamas de ETAR; RSUC - Resíduos sólidos urbanos compostados; TEST - Testemunha	28
Quadro 7 - Dados registados à vindima.....	37
Quadro 8 - Resultados das análises realizadas à vindima.....	42

1. Introdução

O ensaio apresentado neste documento foi realizado na Quinta do Gradil, com vista a otimizar a relação rendimento/qualidade das vinhas. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da poda mecânica e de diferentes corretivos orgânicos na resposta da videira em termos de estrutura do coberto vegetal, rendimento e qualidade das uvas.

Trata-se de um tema atual dada a evolução tecnológica na viticultura, e pretende dar suporte à questão dos benefícios da poda mecânica, não só em termos económicos, mas também em termos de rendimento da videira e qualidade da uva para produção de vinho.

Com efeito, o setor vitícola vive um período de profunda mudança e competição, e a capacidade de acompanhar estas inovações será decisiva para a competitividade e expansão em Portugal.

A cultura da vinha está, desde há vários séculos, profundamente enraizada na Europa, tendo uma forte tradição e legado. Esta cultura foi-se estendendo a outros continentes, tendo-se verificado nas últimas cinco décadas um aumento da área mundial de vinha.

Em 2014, Portugal ocupa o 8º lugar mundial em área de vinha plantada com 224 000 ha (OIV, 2015), sendo que a maior fatia pertence a Trás-os-Montes e Alto Douro e a região de Lisboa representa pouco mais de 10% da totalidade de área plantada em Portugal.

O sector vitivinícola tem enorme importância em termos económicos no nosso país. Apesar da sua pequena dimensão, apresenta uma enorme diversidade de castas autóctones, regiões e sub-regiões vitivinícolas de onde resultam produtos totalmente diferentes, sendo este um dos principais fatores de diferenciação no mercado. Portugal ocupa o 8º lugar na exportação de vinho, no ranking mundial, exportando anualmente cerca de 2,8 Mhl (OIV, 2015).

De 2010 a 2014, não se verificaram oscilações significativas da produção anual de vinho na maioria das regiões vitícolas de Portugal, mantendo-se uma média de 6 milhões de hl (OIV, 2015). Desta forma, Portugal é o 5º produtor na União Europeia, mas o 11º no mundo. O lugar em que Portugal se encontra enquanto produtor reduz, sem dúvida, a capacidade de competir neste sector a nível internacional.

Devido à expansão económica e tecnológica do Novo Mundo e da crescente falta de recursos existente no sector em Portugal, os produtores vêm-se obrigados a inovar. Em resultado do maior nível de exigência dos produtores portugueses, a par dos desafios que hoje enfrentam, torna-se necessário optar por soluções técnicas modernas, que reduzam os custos de produção e que permitam produzir vinhos com identidade e características únicas que reflitam as suas origens. Deste modo é fundamental reforçar a aposta na produção de vinhos de qualidade, na redução dos custos de produção e, acima de tudo, no aumento da competitividade.

A poda é uma operação essencial e tem como objetivo regularizar o crescimento da videira, deixando uma carga equilibrada que potencie ao máximo o seu crescimento vegetativo e qualidade, mantendo, ao mesmo tempo, um vigor adequado. Garante a perenidade da videira e a regularidade de produção inter-anual, jogando com o número e volume de cachos. Determina, ainda, a posição das unidades de frutificação, de forma a obter um microclima de sebe adequado sobretudo ao nível dos cachos (Queiroz, 2014).

A poda convencional é a atividade mais onerosa, a seguir à vindima. O elevado número de recursos humanos necessários aliados à remuneração, que tem vindo a aumentar, bem como os seguros de trabalho obrigatórios, têm sido fatores de peso na introdução e desenvolvimento de soluções que tornem estas intervenções mecanizáveis (Morris, 2008). Além dos custos, é a operação cultural que requer mais tempo. É uma operação que exige técnica e trabalho qualificado e estima-se que ocupe entre 25 a 30% das necessidades totais de mão-de-obra (Toda e Sancha, 1999; Intrieri e Poni, 1995).

A introdução da mecanização na viticultura, tanto na poda como na vindima, foi determinante para o desenvolvimento de um sistema produtivo mais eficiente e que fizesse face à competição internacional, já que não se verificaram diferenças significativas de qualidade dos vinhos produzidos (Clingeleffer, 2000).

Cada vez mais se opta pela mecanização das operações na vinha, como a poda, desfolha, desponta e vindima e esta escolha tem como objetivo melhorar ou, pelo menos, manter a qualidade da uva ao mesmo tempo que se reduzem custos (Morris, 2008).

Desde a introdução das máquinas nas vinhas, têm vindo a ser desenvolvidos muitos trabalhos de adaptação da máquina aos sistemas de condução e às necessidades fisiológicas da vinha (Poni *et al.*, 2016).

A adoção de sistemas de poda mecanizada conduz a reduções de necessidade de mão-de-obra em 54 a 70% (Gatti *et al.*, 2011) e aumentos significativos de produção sem perda de qualidade da uva.

Nas últimas décadas assiste-se à alteração das operações manuais para mecanizadas. Estima-se que em 2000, algum tipo de poda mecânica (pré-poda, poda em sebe ou poda mínima) era já efetuado em cerca de 80% das vinhas para produção de vinho na Califórnia, e daí surgia uma redução significativa de custos (Morris, 2001). Segundo Clingeleffer (2011), na Austrália, 65% das vinhas já eram podadas mecanicamente. Segundo Poni *et al.* (2004), consegue-se uma redução de 50% dos custos totais associados à mão-de-obra quando se opta por poda mecânica.

Além da poda, opta-se também por mecanizar outras operações como a monda de sarmentos, vindima, desfolha e desponta. Mais de 80% das vinhas na Califórnia (Dokoozlian, 2013) são vindimadas mecanicamente.

Os avanços na mecanização na vinha ocorreram devido à evolução conjunta das máquinas, sistemas de condução e arquitetura da vinha. A necessidade de crescimento das áreas de vinha foi um fator crucial para esta evolução, dado que, se por um lado os viticultores aumentaram as suas áreas devido ao avanço na mecanização, esta teve que evoluir para fazer face as necessidades de realizar as operações culturais em intervalos de tempo mais restritos (Dokoozlian, 2013).

2. Revisão bibliográfica

2.1. Breve introdução ao ciclo da videira

A videira é uma planta perene da família das vitáceas, cuja produção é complexa devido a uma profunda modificação resultante da remoção da lenha de poda a cada inverno. Contudo a produção em videiras não podadas parece ser mais variável do que nas podadas, apresentando ciclos bianuais (Clingeffer, 2001).

Como planta vivaz, a videira assegura três funções essenciais (Queiroz, 2010). A primeira consiste na manutenção de um ciclo vegetativo, que tem início no abrolhamento e termina com a queda das folhas. Este ciclo é o que assegura a formação de ramos e folhas e que desenvolve o tronco e o sistema radicular todos os anos. A segunda função resume-se ao armazenamento de reservas na estrutura permanente da videira e nos sarmentos – a este fenómeno dá-se o nome de atempamento. Por último, a videira tem ainda a função de manter um sistema reprodutor, que compreende a formação, desenvolvimento das inflorescências, o crescimento dos cachos, bagos e grainhas. Devido a esta tripla função, existe, portanto, uma interdependência entre as diferentes fases fisiológicas que influencia, naturalmente, o ciclo seguinte (Queiroz, 2010).

A videira apresenta um período de repouso que, em climas temperados como em Portugal, corresponde aos meses entre novembro e março. Durante este período, a planta não está sujeita a nenhuma atividade vegetativa visível devido às baixas temperaturas e ocorre ao mesmo tempo uma constante diminuição da concentração de ácido abscísico, que é inibidor do desenvolvimento dos gomos. Quando o ácido abscísico é eliminado e as condições meteorológicas o permitem, os gomos abroham, fenómeno que ocorre geralmente em março. Após o abrolhamento, dá-se o desenvolvimento gradual dos principais órgãos da videira como os pâmpanos, folhas, flores e frutos.

O crescimento da videira durante o ciclo vegetativo é influenciado pelas características varietais associadas à capacidade de crescimento dos vários órgãos, maior ou menor vigor induzido pelo porta-enxerto, condições gerais de vigor associadas ao teor em azoto, disponibilidade hídrica, intensidade da poda, equilíbrio hormonal, temperatura e fotoperíodo (Magalhães, 2015).

O ciclo reprodutor da videira ocorre ao longo de dois anos e é influenciado pelas condições que se verificaram no ano anterior e inicia-se com a diferenciação dos primórdios das inflorescências no interior dos gomos dormentes (Magalhães, 2015).

A formação das inflorescências a partir desses gomos é particularmente sensível às condições de luz e temperatura presentes durante o ciclo reprodutivo do ano anterior. (Clingeffer, 2001). A este fenómeno dá-se o nome de iniciação floral e ocorre entre maio e

julho. Após o desenvolvimento das inflorescências e da separação dos botões florais, é libertada a caliptra das flores, deixando expostas as suas estruturas reprodutivas. Depois da fecundação, desenvolve-se o óvulo fecundado, que originará a grainha e a flor um bago, terminando com a formação do cacho.

2.2. Poda

2.2.1. Objetivos e princípios

A poda é uma intervenção cultural que consiste na supressão dos órgãos vivos da planta, exceto as inflorescências e cachos, e subdivide-se em poda de inverno e poda em verde. O que as distingue é a época em que são feitas: a primeira é efetuada durante o período de dormência (entre a queda da folha e o abrolhamento) e a segunda durante a fase ativa do ciclo vegetativo (Magalhães, 2015). No entanto, é frequente ver-se vinhas a serem podadas entre a vindima e a queda da folha, o que se deve principalmente à falta de mão-de-obra. Contudo, esta prática não é recomendada porque antes da total queda da folha, ocorre a mobilização de hidratos de carbono, sob a forma de sacarose, da parte aérea para as raízes, onde irão ser depositados como amido de reserva (Stoev, 1966). Quando este processo é “interrompido” pode notar-se algum atraso no abrolhamento e enfraquecimento da videira.

A poda de inverno é, na sua forma convencional, manual e realizada durante o período de dormência com o objetivo de retirar grande parte do crescimento vegetativo do ano anterior. Uma das funções da poda é dar forma e tamanho à videira, controlar o número de gomos retendo os que apresentam maior potencial de crescimento, controlar o número de lançamentos e ainda o número e tamanho dos cachos (Winkler *et al.*, 1974). Ao regularizar o crescimento vegetativo e reprodutivo de acordo com um dado potencial de crescimento genético e ambiental, a poda permite assegurar uma produção suficiente de frutos mantendo a perenidade da planta (Lopes, 2011a). Além de dar forma, a poda pretende ainda melhorar a produtividade e qualidade do fruto.

A poda não tem por objetivo contrariar a videira, mas sim aproveitar as suas potencialidades naturais e corrigi-la para alcançar determinado fim (Vieira da Natividade), (*cit* em Queiroz, 2014).

De todas as técnicas culturais, a poda é aquela que provoca as implicações fisiológicas mais importantes uma vez que condiciona o crescimento dos órgãos vegetativos, a produção, o microclima do coberto, a maturação dos frutos e a perenidade da planta (Champagnol, 1984). Os princípios fisiológicos da poda são, segundo Winkler *et al.*, (1974):

- Um efeito depressivo na videira,
- A elevada produção de uvas reduz o vigor do ano, que por sua vez reduz as reservas e o potencial vegetativo da videira nos anos seguintes,

- O potencial vegetativo da videira depende do número de sarmentos,
- O vigor dos sarmentos numa videira depende do seu número e da carga à poda - cargas elevadas reduzem o vigor dos sarmentos e o contrário também se verifica,
- A fertilidade depende do vigor dos sarmentos,
- A capacidade de crescimento e maturação da videira são limitadas pelos anos anteriores e pelas condições ambientais,
- A videira autorregula-se: carga excessiva provoca uma redução na percentagem de abrolhamento, no desenvolvimento dos sarmentos, reduz o tamanho dos cachos e o rendimento nos primeiros anos, diferença esta que se atenua nos anos seguintes.

A poda da videira, na sua forma convencional, requer, aproximadamente, 60 a 120 horas de trabalho por hectare, dependendo do vigor da vinha, sistema de condução e equipamento disponível e requer trabalho qualificado, recurso cada vez mais escasso em todas as áreas vitícolas mundiais (Intrieri e Poni 1995, Brancadoro e Marmugi 1997, Sevilla 1997).

Além de estar associada à poda mecânica a redução de custos de trabalho e aumento de rendimento, está também a redução de vigor da videira, diminuição no tamanho do cacho e do bago, pH, acidez total e Brix.

Em ensaios em videiras que não foram submetidas a qualquer tipo de poda, verificou-se um aumento do crescimento e produção (Winkler, 1958), mas não é considerada uma prática a ter em conta devido aos efeitos que surgiram da sobre carga (Winkler, 1954)

2.2.2. Efeitos da intensidade de poda

A poda provoca alterações fisiológicas na videira e delas surgem outras consequências.

A poda, como se conhece tradicionalmente, é uma poda severa, já que 85 a 98% do crescimento anual é removido (Winkler *et al*, 1974). Poda severa é aquela que deixa poucos olhos, ou seja, é retirada a maior parte do crescimento vegetativo do ano anterior. Uma poda severa diminui as reservas e aumenta o vigor. Quando o vigor é excessivo há compactação da vegetação que irá resultar num microclima desfavorável, propício ao desenvolvimento de doenças criptogâmicas, como o míldio, oídio e podridão, e a que a maturação seja deficiente (Queiroz, 2010). O aumento da densidade do coberto leva ao ensombramento e perda de qualidade do fruto e só aumenta a dificuldade da colheita (Clingeleffer, 1993).

Uma poda generosa, ou seja, quando há uma carga excessiva leva a uma sobreprodução, esgotamento de reservas e quebra no vigor. Esta opção de poda pouco intensa resulta num atraso na maturação e enfraquecimento da videira, afetando a sua perenidade.

Por sua vez, de uma poda equilibrada, resulta um vigor equilibrado, um balanço entre as componentes vegetativa e produtiva, e condições para uma boa maturação. Uma carga ideal evita o envelhecimento precoce e evita o excesso de vigor, tendo-se assim melhor controlo

sobre o potencial vegetativo. Vigor equilibrado e bom nível de hidratos de carbono favorece a diferenciação das inflorescências e atempamento das varas.

A não poda já foi testada várias vezes e resulta num aumento do crescimento e produção de uva como verificado na cv. Sultana por Lyon e Walters (1941) e muitas outras variedades (Winkler, 1958) mas nunca foi considerada como prática a adotar devido aos efeitos de sobre produção que se faziam notar. De referir ainda o efeito desta técnica na a oscilação no rendimento inter-anual, cachos de tamanho mais pequeno, maturação atrasada e heterogénea, baixos teores em açúcares e ácidos e quebra no vigor (Lyon e Walters 1941, Winkler 1954).

2.2.3. Autorregulação da videira

A resposta à poda é condicionada pela capacidade de autorregulação da videira. O traço mais característico de videiras podadas mecanicamente é a carga à poda bastante mais elevada do que se verifica em videiras podadas manualmente. A adaptação da videira à poda mecânica começa com a autorregulação e manifesta-se numa percentagem de abrolhamento reduzida (Poni *et al.*, 2004; Studer *et al.*, 1980), assim como na redução da taxa de vingamento (Jackson *et al.*, 1984, Possingham, 1994) e no peso de cachos (Freeman e Cullis, 1981, Intrieri *et al.*, 1988). Se a compensação do rendimento, devido à maior eficiência do coberto, for suficiente, então através da poda mecânica é possível obter a mesma produtividade mantendo a composição e qualidade das uvas (Clingeleffer, 1993, Morris e Cawthon 1981, Keller *et al.*, 2004, Zabadal *et al.*, 2002).

No geral, qualquer variedade se adapta bem à poda mecânica se se mantiver a qualidade da uva quando comparada com a qualidade da uva proveniente de videiras podadas manualmente.

Ainda que a mecanização da poda resulte num aumento de rendimento, que se deve principalmente ao aumento no número de cachos, há também um aumento da eficiência do coberto vegetal devido ao aumento da área foliar, essencialmente no início do ciclo vegetativo, e esta compensação pode permitir que a qualidade da uva se mantenha. Como da poda mecânica surge ainda um aumento no número de lançamentos e estes apresentam menos vigor, há uma boa acumulação de sólidos solúveis no bago, depois do pintor. Se este balanço for conseguido, então a poda mecânica pode ser uma excelente opção, já que reduz a necessidade de mão-de-obra em 50% (Morris 1993, Intrieri e Poni, 1995). No entanto, este equilíbrio nem sempre é conseguido e assume-se que o genótipo é, provavelmente, um fator mais sensível do que condições ambientais e práticas culturais. McCarthy e Cirami, (1990) verificaram que Malbec, Riesling e Semillon responderam positivamente à poda mecânica e o mesmo não aconteceu com Syrah. É preciso ter em atenção a algumas variedades de *V. Vinifera*, que têm tendência a sobre-produção e resultam numa redução da qualidade da uva.

2.2.4. Sistemas de condução

Controlar o crescimento vegetativo e reprodutivo, mantendo um balanço entre os dois é um dos maiores desafios da viticultura. As videiras que apresentam excesso de vigor vegetativo tendem a produzir menos fruto e de qualidade reduzida, assim como as que apresentam um vigor inadequado comprometem o seu rendimento (Dry e Loveys, 1998). Manipular as videiras através da poda e de outros componentes do sistema de condução é o método mais comum para controlar o vigor dos sarmentos.

A condução determina a forma e direção do tronco, braços e a posição dos lançamentos que se desenvolvem a partir dos olhos deixados à poda. Carbonneau (1997), vê o sistema de condução como o conjunto de várias componentes: densidade, compasso, disposição de plantação e orientação das linhas, bem como o sistema de poda utilizado, carga à poda, altura do tronco, orientação dos sarmentos, arquitetura dos planos de vegetação e intervenções em verde.

A maneira como se conduz a videira tem vários objetivos (Reynolds e Heuvel, 2009):

- 1) Manipular a exposição solar de forma a maximizar a interceção de luz, rendimento e controlar doenças;
- 2) Distribuir os lançamentos de maneira a facilitar movimento de equipamentos e mecanização das operações culturais;
- 3) Dispor os lançamentos de forma a evitar competição pela radiação entre plantas.

O sistema de condução ideal é aquele que satisfaz estes objetivos tendo em conta outros aspetos como o local de plantação, casta e a sua produtividade e clima.

Todos os aspetos referentes à videira, como o crescimento e desenvolvimento vegetativo, rendimento e composição do bago podem sofrer alterações mediante modificação na forma de condução.

Nas últimas décadas, o foco de vários ensaios tem sido a alteração das videiras para que as práticas culturais possam ser mecanizadas mantendo ou melhorando o rendimento e qualidade. Para usar as máquinas de forma eficiente nas diversas operações a realizar na vinha como a poda, vindima, desfolha e desponta, um facto importante e que irá facilitar a mecanização é o sistema de condução. Uma vinha conduzida da forma adequada permite que as operações sejam efetuadas sem danificar em excesso as videiras e sem reduzir a produtividade (Morris, 2000; Morris e Cawthon, 1979).

O desenvolvimento e adoção de sistemas de condução que fossem totalmente mecanizáveis passou a ser uma prioridade. O objetivo é que permitam a maior acessibilidade das máquinas, seja ela de poda ou de vindima, para uma maior eficiência. Um dos sistemas que satisfaz

estes requisitos é o “Geneva Double Curtain” (GDC), e Morris e Cawthon (1980) concluíram que face à mesma qualidade obtida, este sistema é mais produtivo.

No Quadro 1 estão representados os valores de vários componentes do rendimento em dois tipos de poda na casta Syrah conduzida em GDC.

Deste sistema de condução resultam os rendimentos mais elevados, mas é também o sistema que exige maiores custos de instalação e trabalho durante o ano (Andersen, 1992).

Quadro 1 - Comparação da poda mecânica e poda manual, na casta Syrah conduzida em GDC (Tassie e Freeman, 1992)

Componentes do rendimento	Poda manual	Poda mecânica
Carga/videira	106	212
Nº lançamentos/videira	120	150
Índice de abrolhamento	115	72
Nº cachos/videira	189	263
Peso/cacho (g)	74	68
Peso/bago (g)	1,4	1,4
Nº de bagos/cacho	55	49
Rendimento (t/ha)	15,7	19

2.3. Efeitos da poda na videira

2.3.1. Abrolhamento e fertilidade

A percentagem de abrolhamento é um indicador utilizado para determinar a percentagem de sarmentos que nascem dos olhos deixados à poda. É usado também para avaliar se a carga à poda foi adequada ou não. Se a percentagem de abrolhamento for baixa pode querer dizer que a carga à poda no ano anterior foi excessiva, e vice-versa.

Quanto à fertilidade, é um indicador utilizado para determinar o número de inflorescências provenientes de olhos abrolhados. O resultado deste parâmetro depende do vigor de cada videira, sendo que vigores extremos (muito elevados ou muito baixos) levam a uma baixa na fertilidade, sendo usual que varie entre 1 e 2.

2.3.2. Vigor

O vigor da videira indica a taxa de crescimento vegetativo. Este indicador revela a atividade metabólica dos órgãos em crescimento, que se traduz pela intensidade da respiração, da síntese proteica, do funcionamento dos meristemas e da velocidade de crescimento

(Champagnol, 1984). Como tal, o vigor pode ser estimado através de várias grandezas: área foliar, comprimento total dos sarmentos, comprimento dos entre-nós, peso lenha de poda e peso médio do sarmento. Winkler (1954), entende que uma videira equilibrada é aquela que consegue levar o fruto da floração até à maturação desejada, escolhida em função da produção.

Características de plantas vigorosas, segundo Champagnol (1984):

- Grande atividade metabólica
- Grande atividade dos meristemas
- Equilíbrio hormonal favorável ao crescimento
- Velocidade de crescimento dos pâmpanos elevada
- Retardam a evolução fenológica
- Aumento da % de abrolhamento mas esta ocorre mais tarde

O excesso de vigor ou vigor inadequado da videira não é um aspeto necessariamente negativo. Apenas o é, quando o vigor da videira não é suficiente para manter a carga ou quando o vigor é excessivo e compete com os frutos pelas reservas (Dry *et al.*, 1998).

Champagnol (1984) considera que a área foliar e o crescimento das varas são a expressão essencial do vigor, uma vez que refletem a velocidade de crescimento e a sua duração, em relação à capacidade de síntese de substâncias metabólicas.

A área foliar pode ser medida ou estimada por métodos destrutivos e não destrutivos. A medição direta não destrutiva da área foliar pode ser feita com base em relações empíricas entre a área foliar e medições lineares feitas nas folhas e/ou sarmentos. Para estimar a área foliar unitária pode optar-se por um dos vários modelos estatísticos propostos na bibliografia e baseados quer no comprimento das nervuras (principal ou laterais) quer no produto do comprimento da folha pela sua maior largura (Monteiro e Lopes., 2014).

É importante distinguir a área foliar principal (folhas principais) e a área foliar secundária (folhas netas) porque conhecer a área foliar das netas é um parâmetro importante já que constitui uma ferramenta essencial no que diz respeito ao diagnóstico do equilíbrio e microclima da videira (Smart e Robinson, 1991).

A área foliar principal diminui no decorrer do ciclo vegetativo e o contrário acontece com a área foliar secundária que aumenta progressivamente a sua importância na atividade fotossintética da planta e mostra o seu particular valor durante a fase de maturação do fruto. A quantificação da área foliar de uma planta, para além de nos fornecer uma indicação da superfície fotossintética e, consequentemente, da dimensão da “source”, permite a obtenção

de um indicador fundamental para a compreensão das respostas da planta às técnicas culturais e aos fatores ambientais (Monteiro e Lopes, 2014). A quantificação da área foliar na videira é de extrema utilidade porque permite avaliar os efeitos da gestão do coberto vegetal e as potencialidades do sistema de condução (Smart e Robinson, 1991; Murisier, 1996). Pode ainda ser uma estimativa do vigor, caracterização da sebe e do microclima (Champagnol, 1984).

2.3.3. Superfície foliar exposta

A superfície foliar exposta (SFE) avalia a fração do coberto que está exposta à radiação, sendo as folhas desta fração as que mais contribuem para a fotossíntese (Lopes, 2011b).

Diversos estudos mostram que frutos com maior exposição solar apresentam maior teor de sólidos solúveis, antocianas, compostos fenólicos e menos acidez, menor pH no mosto quando comparados com frutos com reduzida exposição solar, provocada por exemplo, por excesso de vegetação e ensombramento. Em estudos onde as condições de crescimento eram controladas, e a exposição solar não aumentava significativamente a temperatura do bago (que pode resultar em efeitos indesejados), uma boa exposição resultou na máxima síntese de antocianas na película (Kliewer 1971; Kliewer e Torres, 1972; Kliewer, 1977).

No entanto, uma elevada SFE pode induzir a videira a um stress elevado, levando a uma diminuição da fotossíntese, uma vez que a folhagem aquece em demasia e a planta não tem capacidade, através da transpiração, para atenuar esse efeito.

2.3.4. Qualidade

O conceito de qualidade está associado a fatores internos e externos que a influenciam, e em primeiro lugar está o rendimento. A qualidade em determinado ano pode ser determinada pelo teor de vários constituintes do bago como os açúcares, ácido málico, polifenóis e substâncias aromáticas, a maioria delas muito específicas e determinantes para um vinho equilibrado (Champagnol, 1978). De acordo com Branas (1965), a proporção de açúcar nos bagos depende de fatores externos ligados ao clima, solo, técnicas culturais e internos, inerentes à planta e ao seu estado fisiológico. A relação cacho/folha aparece, para este autor, como um facto essencial para alcançar a qualidade desejada.

Drawer and Steffan (1965), e Seguin (1971), enfatizam a importância da temperatura como fator externo e referem valores de 30°C como o indicado para obter uma boa qualidade. Seguin (1971), refere um mínimo de 1250h efetivas de Sol entre Abril e Setembro (Hemisfério Norte). Quanto ao solo, a importância está no teor de minerais, matéria orgânica e na capacidade de retenção de água.

É sabido que para além dos fatores não controláveis dos quais se destaca o clima anual, são da maior importância o material vegetal (porta-enxerto, casta e clone) e as técnicas culturais (sistema de condução, poda, nutrição mineral e regime hídrico).

A quantidade e qualidade dos compostos fenólicos das uvas estão diretamente relacionadas com a casta, o *terroir*, o estado sanitário e de maturação das uvas.

A maximização da qualidade das uvas consegue-se através do equilíbrio entre o desenvolvimento reprodutivo e o crescimento vegetativo, alcançado pela eficiente condução da videira (Champagnol, 1984).

2.4. Poda mecânica

2.4.1. Poda em sebe

De uma forma geral, as videiras podadas em sebe apresentam algumas características típicas como uma maior carga à poda, maior número de pânpanos, desenvolvimento precoce da área foliar, obtenção de maior área foliar total, maior número de cachos, maior produção ao mesmo tempo que apresentam uma menor taxa de abrolhamento, menor índice de fertilidade assim como peso dos cachos.

A mecanização do coberto vegetal mostrou reduzir custos de trabalho em 44 a 80%, manter o rendimento e qualidade e reduzir os custos associados à contratação de mão-de-obra (Kurtural *et al.*, 2012, Morris, 2007, Poni *et al.*, 2004).

As preocupações com a poda mecânica, mesmo que seguida de poda manual para fazer correções, são a impossibilidade de tratar cada videira individualmente, ou seja, selecionar os melhores sarmentos durante a poda e ajustar a carga ao estado da videira. Estes aspetos podem resultar numa sobre ou sub carga da videira (Morris, 1975).

2.4.2. Poda mínima

O conceito de poda mínima, desenvolvido por Clingeleffer (1984), oferece uma técnica de gestão da videira, que permite que cada uma se desenvolva e produza no seu maior potencial. Esta opção é importante por ser pouco severa, rápida de realizar e de baixo custo. A poda mínima remove apenas 10% (Clingeleffer, 1988) do crescimento vegetativo do ano anterior e deixa uma carga de 500 a 700 gomos por metro linear. Este tipo de poda é utilizado há três décadas na Austrália, em regiões quentes e secas e irrigadas, e os resultados são muito satisfatórios no que diz respeito a rendimento e qualidade. De ensaios decorridos em França, Espanha e Alemanha resultaram respostas muito díspares. A poda mínima revelou ter melhor adaptação a clima quentes e a castas de maturação precoce a média. Confirmação disso é um estudo feito em Itália onde os resultados foram positivos com a casta Chardonnay mas não tão satisfatórios com a casta Sangiovese que é de maturação tardia.

Este sistema de poda mínima foi inicialmente desenvolvido para vinhas com irrigação, em regiões de clima correspondente a IV e V na escala de Winkler (Clingeleffer 1984). Riesling, Chardonnay, Syrah e Cabernet Sauvignon foram as quatro castas estudadas e os resultados obtidos foram bastante positivos. As produções aumentaram entre 20 a 40%, quando

comparadas com a poda manual, enquanto a maturação atrasou uma semana (Clingeleffer e Possingham 1987; Possingham 1996). Além disto, revelaram um aumento significativo no número de lançamentos, desenvolvimento vegetativo precoce na Primavera, menor crescimento dos sarmentos no Verão, cachos menos compactos, com menos bagos e mais pequenos; produções maiores com menor concentração em sólidos solúveis, isto é, menos açúcares (Poni *et al.*, 2000).

Cada variedade de uva responde de forma diferente à poda e a resposta à poda mínima varia com a região. Cultivares pouco produtivas como a Croatina, respondem positivamente à poda mínima seguida de poda manual para finalizar (Poni *et al.*, 2004), e a alteração destas videiras, inicialmente de poda longa, para poda curta promovem o equilíbrio no crescimento e maturação.

A adoção da poda mínima mostrou aumentar a produtividade da videira e reduzir o tempo e custo de trabalho e sabe-se já que são várias as cultivares que respondem desta forma.

2.5. Corretivos orgânicos

A fertilidade do solo é um fator muito importante para o crescimento da videira pois é este que lhe serve de suporte e onde a planta se fixa através do sistema radicular e de onde extrai água e elementos necessários à sua nutrição. O solo é reservatório de água, de macro e micronutrientes, constituindo um meio vivo e com atividade biológica mais ou menos intensa (Magalhães, 2015).

A fertilidade do solo traduz-se pela capacidade que tem em fornecer os diversos elementos necessários ao desenvolvimento da planta.

Alguns autores referem que, ao longo dos anos, as vinhas podadas mecanicamente, mostram tendência para perda de vigor (Lopes *et al.*, 2000; Cruz *et al.*, 2011). Esta tendência que se verifica deve-se em parte à baixa fertilidade do solo. A fonte de matéria orgânica tradicionalmente utilizada na viticultura é o estrume de bovinos e aves. Estão cada vez mais disponíveis fontes de matéria orgânica como lamas das estações de tratamento de águas residuais, resíduos sólidos urbanos compostados, cuja utilização agrícola melhora as propriedades físicas do solo e fornece nutrientes essenciais às plantas (Amlinger *et al.*, 2003; Varennes, 2003). Mais recentemente, outros estudos incidem sobre a utilização de biocarvão, o qual consiste numa forma de matéria orgânica que pode ser incorporada no solo e que tem características que o tornam adequado para este fim (Lehmann, 2007).

3. Material e métodos

3.1. Localização do campo de ensaio

O ensaio realizou-se durante o ciclo vegetativo de 2016 na Quinta do Gradil, localizada em Vilar, concelho do Cadaval a cerca de 76 m de altitude na região vitivinícola de Lisboa.

3.2. Descrição da parcela experimental

O ensaio foi realizado numa parcela de vinha da casta Syrah (Figura 1), instalada em 2005 sobre o porta-enxerto 1103 P. A vinha tem um compasso de 2,6 x 1 m (3846 plantas/ha). As videiras podadas manualmente são conduzidas em monoplano vertical ascendente e as videiras sujeitas a poda mecânica são conduzidas em vegetação livre. A forma da estrutura permanente é cordão Royat unilateral e o tronco está a uma altura de 70 cm e são utilizados dois arames móveis pareados para a orientação da vegetação.

As linhas têm orientação Norte-Sul.



Figura 1 – Fotografia aérea da parcela onde está instalado o ensaio, com delimitação dos três blocos assinalados pela linha preta. (Fonte: Google Earth)

3.3. Classificação climática e bioclimática

As vinhas da Quinta do Gradil estão inseridas na Região Vitivinícola de Lisboa (Figura 2). Esta região estende-se entre Leiria e Lisboa e tem 23 756 ha de vinha plantados, o que corresponde a cerca de 10% da totalidade plantada em Portugal (Magalhães, 2015).

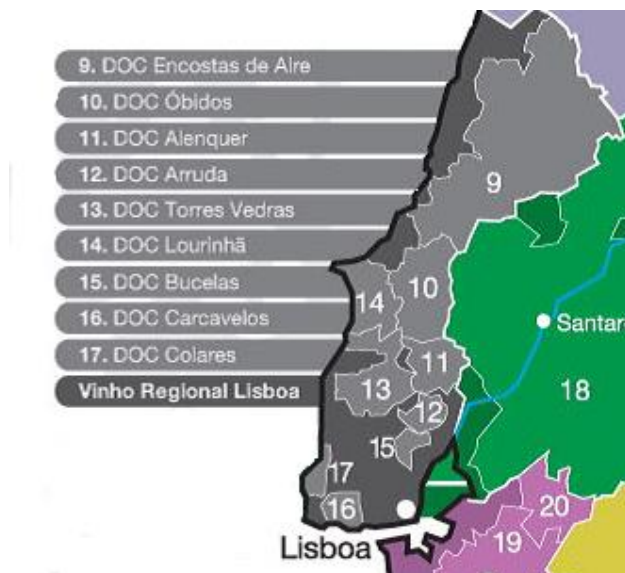


Figura 2 – Adaptação do mapa das regiões vitivinícolas de Portugal: região vitivinícola de Lisboa e denominações de origem. Fonte: <http://www.winesofportugal.info/>

Da proximidade do Atlântico e das barreiras criadas pelas Serras de Aire, Candeeiros, Montejunto e Sintra, surge uma complexidade climática e geológica variada, fator que permite uma grande diversidade de tipos de vinhos.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região vitivinícola de Lisboa é Csb, caracterizada por clima temperado húmido com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente.

Nesta região não se manifestam grandes amplitudes térmicas e a queda pluviométrica anual situa-se entre os 600-700 mm. Na Figura 3 estão apresentados os índices bioclimáticos e classificação climática, de acordo com Clímaco *et al.*, (2012).

Nos últimos dez anos, a produção de vinho na região de Lisboa não tem sofrido alterações significativas, sendo a média um milhão de hl (IVV, 2015).

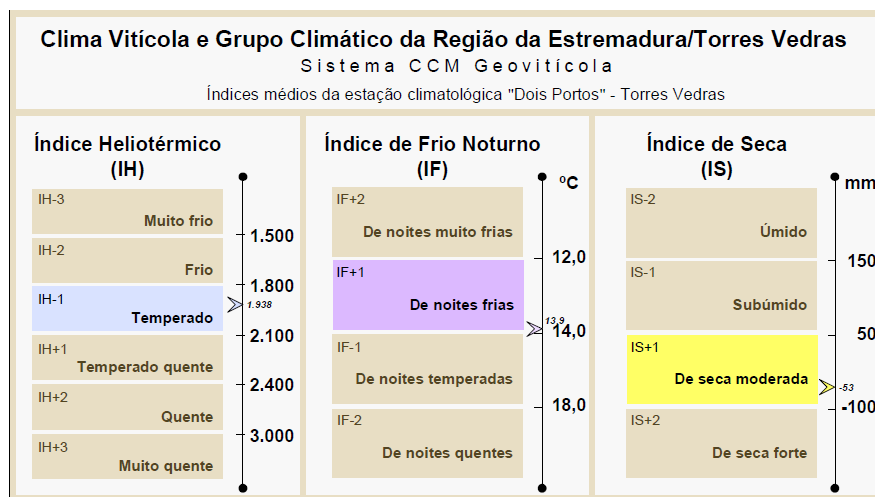


Figura 3 – Caracterização do clima vitícola da Região de Lisboa, com base nos dados obtidos na estação climatológica de Dois Portos (IM), pelo Sistema CCM Geovitícola (Clímaco *et al.* 2012)

3.4. Material vegetal

A casta Syrah tem origem em França, na região de Côte du Rhône e tem-se vindo a expandir, mostrando maior relevância na Austrália e na Argentina. Em Portugal, o seu maior potencial foi encontrado em regiões quentes e secas, resultando em vinhos muito característicos, ideais para produção de monocasta. É uma casta que produz vinhos persistentes, ricos em taninos, com um aroma frutado e com um toque de especiarias. Os vinhos são normalmente de grau alcoólico elevado e de cor intensa. Morfologicamente, apresenta porte semi-retombante e a folha desta casta é caracterizada pelos seios laterais marcados, o cacho é médio e alongado, não é muito compacto e a polpa é incolor e succulenta (OIV, 2009). Em termos de maturação, é uma casta precoce, com um período curto entre o pintor e a maturação pelo que o tempo de colheita deve ser realizado em tempo oportuno. É uma casta de produtividade média.

3.5. Delineamento Experimental

O delineamento experimental é do tipo “split-plot” com três repetições. O fator principal é a poda, tendo sido ensaiadas 2 modalidades: poda manual (MAN) – cordão Royat unilateral e poda mecânica (MEC) – poda mecânica em sebe simulada.

O fator secundário é o corretivo orgânico adicionado ao solo, tendo sido instaladas 4 modalidades: estrume bovino (ESTR) – 23 000 kg/ha; Resíduos Sólidos Urbanos Compostados (RSUC) – 15 000 kg/ha; Lamas de ETAR (ETAR) – 31 000 kg/ha; pó de carvão (BIOC) – 8 600 kg/ha; testemunha (TEST) – não fertilizada. A quantidade de cada corretivo orgânico foi calculada tendo por base a aplicação de 5 000 kg/ha de matéria orgânica.

Este ensaio decorre pelo quinto ano consecutivo e, no ano atual, não foram adicionados os corretivos orgânicos ao solo.

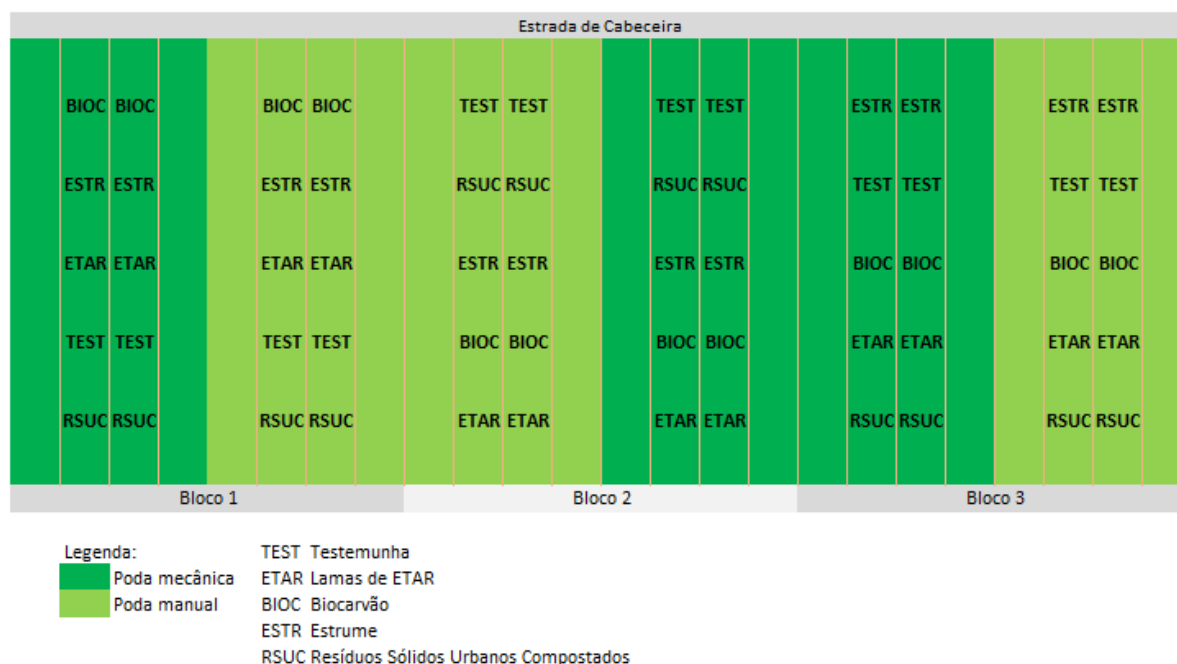


Figura 4 – Delineamento experimental da parcela de ensaio. BIOC – Pó de carvão; ESTR – Estrume bovino; ETAR – Lamas de ETAR; TEST – Testemunha; RSUC – Resíduos sólidos urbanos compostados.

3.6. Registos efetuados

3.6.1. Fenologia

Os estados fenológicos (EF) são a escala de tempo biológico que permite a identificação das diferentes fases de crescimento e desenvolvimento da videira. É, deste modo, fundamental para trabalhos de investigação e gestão das práticas culturais, como as intervenções em verde e a aplicação de produtos fitossanitários. Elegeram-se seis videiras por modalidade de poda e tipo de matéria orgânica e utilizou-se a escala de Baggiolini (1952) para caracterizar os EF. O critério para registo dos estados foi que 50% das videiras estavam nessa fase de desenvolvimento.

3.6.2. Carga à poda, abrolhamento e fertilidade

No dia 18 de Abril foi registado o número de olhos deixados à poda em cada uma das videiras em estudo. O número de gomos abrolhados foi registado no dia 16 de Junho. No dia 13 de Julho foi registado o número de cachos que, à vindima, foram contabilizados novamente.

A percentagem de abrolhamento e o índice de fertilidade foram calculados através das Equações 1 e 2, respetivamente:

$$\text{Percentagem de abrolhamento} = (\text{n}^\circ \text{ de olhos abrolhados} / \text{carga à poda}) \times 100 \text{ (Eq.1)}$$

$$\text{Índice de Fertilidade} = \text{n}^\circ \text{ de inflorescências} / \text{n}^\circ \text{ de olhos abrolhados (Eq.2)}$$

3.6.3. Estrutura do coberto vegetal

Área foliar

Em seis videiras por modalidade de poda e tipo de corretivo orgânico, foi eleito um sarmento normal e representativo em termos de vigor, cuja área foliar (AF) foi registada ao pintor e à maturação. As medições foram efetuadas segundo a metodologia proposta por Lopes e Pinto (2005) e em cada um dos 180 sarmentos selecionados, efetuaram-se os seguintes registos:

NFp – número de folhas principais

NFn – número de folhas secundárias (netas)

L2d_p_max – comprimento da nervura lateral direita da maior folha principal do sarmento

L2e_p_max – comprimento da nervura lateral esquerda da maior folha principal do sarmento

L2d_p_min – comprimento da nervura lateral direita da menor folha principal do sarmento

L2e_p_min – comprimento da nervura lateral esquerda da menor folha principal do sarmento

L2d_n_max – comprimento da nervura lateral direita da maior folha secundária do sarmento

L2e_n_max – comprimento da nervura lateral esquerda da maior folha secundária do sarmento

L2d_n_min – comprimento da nervura lateral direita da menor folha secundária do sarmento

L2e_n_min – comprimento da nervura lateral esquerda da menor folha secundária do sarmento

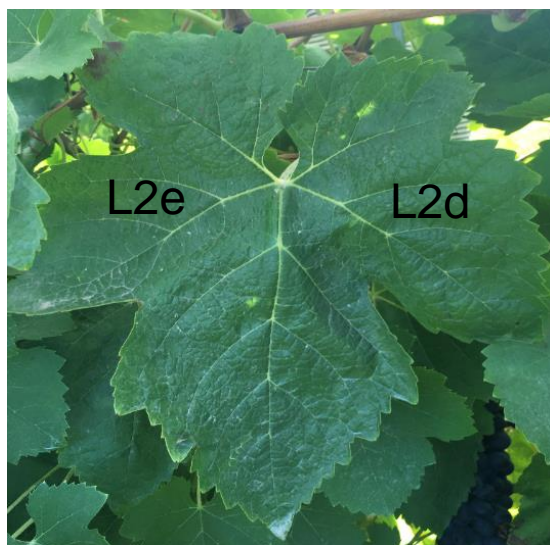


Figura 5 – Esquema da localização das nervuras laterais esquerda (L2e) e direita (L2d), medidas para o cálculo da área foliar.

A área foliar foi estimada segundo o método proposto por Lopes e Pinto (2005), que se baseia na relação entre a área foliar e a soma do comprimento das nervuras laterais superiores (L2e e L2d). A área foliar unitária (AFfolha) foi calculada através da Equação 3:

$$AF_{folha} = 0.5016 * (L2e + L2d)^{1.9364} \text{ (Eq.3)}$$

A área foliar principal (AFp) por sarmento foi estimada de acordo com o mesmo método, através da Equação 4:

$$AFp = \text{Exp}[0.0835 + 0.992 * \text{Ln}(((AF_{maior} + AF_{menor})/2) * NFp)] \text{ (Eq.4)}$$

A área foliar secundária (AFn) por sarmento foi estimada através da Equação 5:

$$AFn = \text{Exp}[0.346 + 1.029 * \text{Ln}(AF_{méd} * NFn) - 0.125 * \text{Ln}(AF_{max})] \text{ (Eq.5)}$$

A área foliar total (AFtot) por sarmento foi obtida através da soma da área foliar principal e secundária. Por sua vez, a área foliar total por videira obtém-se através da multiplicação da AFtot pelo número de varas por videira.

Dimensão do coberto vegetal

Esta caracterização tem como objetivo determinar a superfície foliar exposta (SFE) e foi efetuada ao pintor e maturação. Foram determinadas as seguintes dimensões: altura da sebe (H) e a largura da sebe em três níveis: cachos (e1), vegetação (e2) e no topo (e3). Foi efetuada uma medição por videira nos dias 17 de Agosto e 30 de Setembro.

A superfície foliar exposta foi calculada com base na Equação 6:

$$SFE \text{ (m}^2\text{/ha)} = (2 * H + e \text{ média}) * n^{\circ} \text{ de metros de sebe/ha (Eq.6)}$$

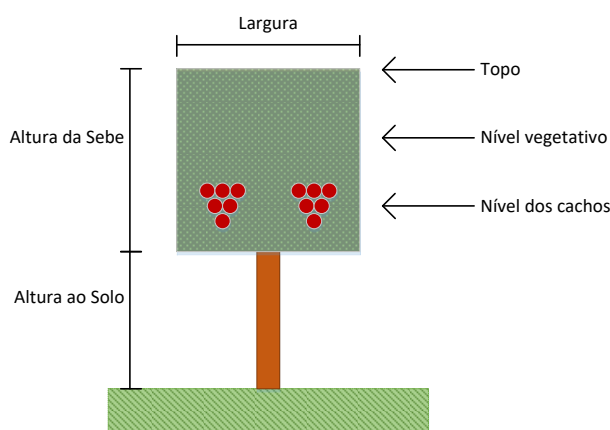


Figura 6 – Representação esquemática da determinação das dimensões da sebe

Número de Camadas de Folhas (NCF)

Esta determinação pretende avaliar a densidade do coberto. Estes resultados são mais um indicador da estrutura da sebe, da camada de folhas e da exposição de cachos à radiação solar direta. Foram realizadas três medições: ao pintor, meio da maturação e maturação. Foi utilizado o método “Point Quadrat”, proposto por Smart & Robinson (1991). Este método pretende simular a penetração de um feixe de luz através da sebe e para o efeito, introduziu-se uma vareta transversalmente na sebe ao nível dos cachos e, em cada inserção, contabilizou-se o número de contactos com as folhas, cachos ou espaços vazios (buracos). Os resultados das medições realizadas estão apresentados da seguinte forma:

- Número de camadas de folhas (NCF) – média do número de contactos com folhas, em cada inserção;
- % de folhas interiores – razão entre o número total de folhas interiores e o número total de contactos com folhas, multiplicado por cem;
- % de cachos exteriores – razão entre o número de cachos exteriores e o número total de contactos com cachos, multiplicado por cem.
- % de buracos na sebe – razão entre o número total de buracos registados e o número total de inserções, multiplicado por cem;

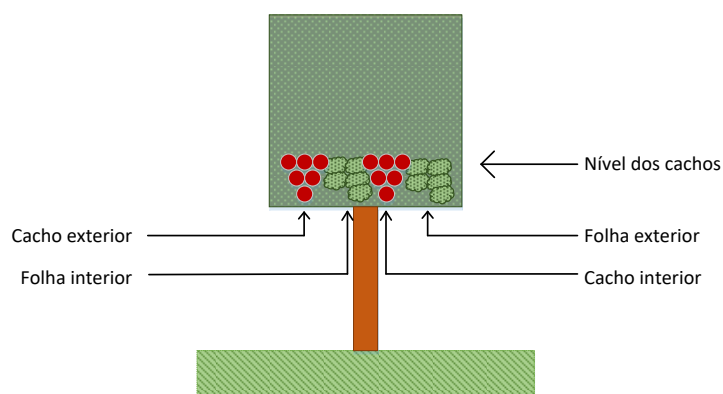


Figura 7 – Representação esquemática da determinação do número de camada de folhas (NCF), método do “Point Quadrat”.

3.6.4. Evolução da maturação

O controlo de maturação realizou-se, semanalmente, a partir do dia 2 de setembro.

Recolheram-se amostras nos dias 2, 9, 16, 23 e 30 de setembro. As análises foram realizadas no laboratório da Quinta do Gradil e registaram-se os seguintes parâmetros: peso dos bagos, teor de álcool provável, acidez total e pH.

O teor de álcool provável foi estimado por refratometria. Para determinar a acidez total, adotou-se o método do OIV (2005), que consiste numa titulação com NaOH a 0,1N, utilizando azul de bromotimol como indicador. A determinação da acidez total (em g ác. tartárico/L) foi obtida através da multiplicação do volume gasto de NaOH por 0,75. O pH foi determinado recorrendo um potenciómetro devidamente calibrado a pH=4,0 e pH=7,0 antes de efetuar as determinações.

3.6.5. Vindima

Feita a análise dos resultados obtidos dos controlos de maturação efetuados, a data de vindima foi marcada para o dia 5 de outubro de 2016.

Foram vindimadas as 180 videiras selecionadas no ensaio. A colheita foi manual e dividida por bloco e modalidade de poda. Registaram-se o número de cachos e o seu peso. Nas restantes videiras das linhas dos blocos a vindima foi realizada mecanicamente.

3.7. Operações culturais

Todas as operações culturais (intervenções em verde, tratamentos fitossanitários e controlo de infestantes) efetuadas na campanha foram determinadas pelo responsável da viticultura da empresa.

3.8. Análise estatística

Todos os dados foram registados em folha de cálculo Excel e a análise estatística foi realizada recorrendo ao programa *Statistica 8.0*. Foi efetuado o teste F para a análise de variância, onde os parâmetros não significativos foram marcados com n.s. e os significativos estão marcados com * (para $p < 0,05$), ** (para $p < 0,01$) e *** (para $p < 0,001$).

4. Resultados e discussão

4.1. Fenologia

No decorrer do ciclo vegetativo acompanhou-se o crescimento das videiras em estudo, de acordo com a escala de Baggiolini, tendo-se registados os principais estados fenológicos. Não se registaram diferenças de evolução fenológica entre modalidade de poda e entre corretivo orgânico aplicado no solo. O abrolhamento ocorreu a 25 de março, a floração a 20 de junho e o pintor a 17 de agosto.

4.2. Rendimento e seus componentes

A percentagem de abrolhamento das duas podas foi significativamente diferente, tendo-se registados valores de 59 e 75% para a poda mecânica e poda manual, respetivamente. Este abaixamento da percentagem de abrolhamento é uma das respostas imediatas da videira na adaptação à poda mecânica, segundo Poni *et al.*, (2004) e Studer *et al.*, (1980).

No quadro 2 estão apresentados os dados de rendimento e dos seus componentes, por modalidade de poda e por corretivo orgânico aplicado ao solo.

Quadro 2 - Efeito dos fatores poda e matéria orgânica no rendimento e seus componentes. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual; BIOC - pó de carvão; ESTR - estrume bovino; ETAR - Lamas de ETAR; RSUC - Resíduos sólidos urbanos compostados; TEST - Testemunha

	Carga à poda/videira	Número de cachos/videira	Peso/cacho (g)	Rendimento (kg/videira)
MEC	57,8	47	90	4,44
MAN	11,9	17	150	2,52
<i>Sig</i>	***	***	***	***
BIOC	34,9	31	120	3,36
ESTR	36,2	27	120	2,83
ETAR	34,7	36	130	4,26
RSUC	35,4	32	130	3,62
TEST	34,0	34	110	3,35
<i>Sig</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Poda x M.O</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Nota: *Sig.* - Nível de significância: * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Os valores de carga à poda gerados pelas duas modalidades de poda – MEC e MAN – foram significativamente diferentes, tal como observado por Freeman e Cullis (1981), Zabadal *et al.* (2002), Poni *et al.* (2004). O número de cachos revelou ser significativamente diferente entre modalidade de poda, e o registo de número de cachos elevado na poda mecânica ocorre principalmente devido ao maior número de varas por videira.

Relativamente ao peso por cacho, houve diferenças significativas ao nível 0,001, tendo-se observado o que seria esperado de acordo com Freeman e Cullis (1981) e Intrieri e Poni (1988): o peso por cacho na poda mecânica é menor que o peso por cacho na poda manual. Este é um dos traços característicos da autorregulação da videira perante um elevado número de olhos por videira, resultante da poda mecânica. Apesar de se verificar um peso/cacho superior para MAN, este aspeto é compensado pelo aumento no número de cachos na MEC e, desta forma, observa-se um rendimento significativamente diferente ao nível de 0,001.

Estas diferenças eram perceptíveis não só durante a colheita semanal de bagos como também durante a vindima, em que se verificava uma diferença no tamanho do bago muito significativa.

4.3. Estrutura do coberto vegetal e expressão vegetativa

4.3.1. Área foliar

A área foliar foi medida em duas datas, correspondentes ao pintor e à maturação.

Na figura 8 está representada a evolução da área foliar total por videira, registada nos dois estados fenológicos, nas duas modalidades. Os valores registados por tipo de poda não revelam diferenças significativas, mas verifica-se que a área foliar total por videira da MEC é ligeiramente superior à MAN porque a primeira modalidade revelou maior número de folhas (principais e secundárias) por sarmento nas duas datas.

A área foliar diminuiu consideravelmente desde o pintor até à maturação e, para este decréscimo contribuiu não só a despona realizada após o pintor, mas também a senescência foliar.

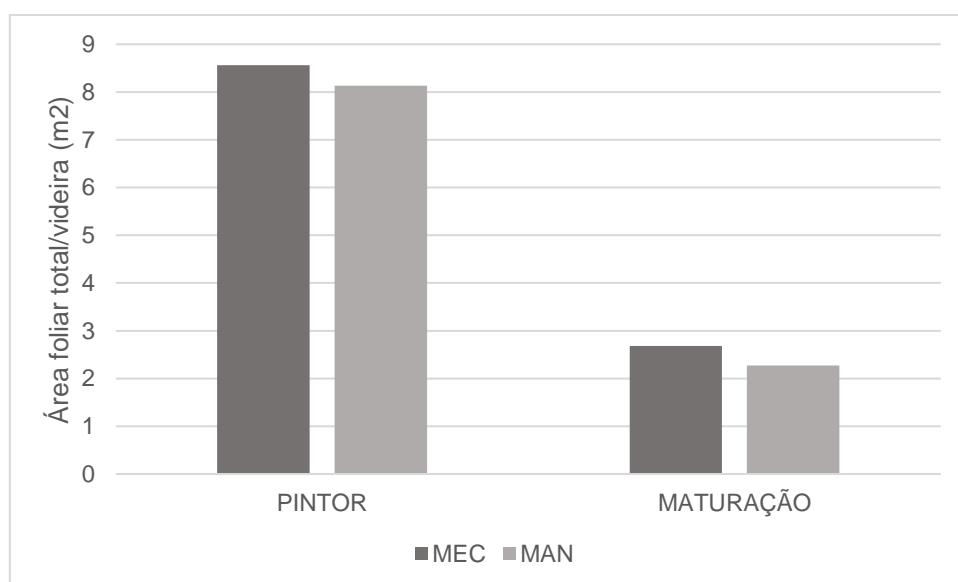


Figura 8 – Influência do tipo de poda na área foliar total por videira (m²) ao pintor e maturação

No quadro 3 estão apresentados os valores de área foliar por produção e de rendimento por superfície foliar exposta. O valor de área foliar por produção equivale a 6 cm²/g de uva para a poda mecânica e a 9 cm²/g de uva para a poda manual. Segundo Smart e Robinson (1991), o valor de área foliar por grama de uva na modalidade de poda mecânica corresponde a metade daquele é que considerado como ideal para que os teores de açúcar do mosto atinjam valores considerados ótimos (12cm²/g), já para a poda manual o valor encontra-se ligeiramente a baixo. Os mesmos autores apontam como valor ideal de rendimento/SFE o intervalo de 1 a 1,5 kg/m² e pelo quadro, verifica-se que resultou num valor ligeiramente abaixo para a poda manual e num valor ligeiramente superior para a poda mecânica.

Quadro 3 – Efeito do fator poda na relação folha/fruto. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual

	AF/prod (cm ² /g)	Rendimento/SFE (kg/m ²)
MEC	57,8	47
MAN	11,9	17

4.3.2. Dimensões da sebe

As medições das dimensões do coberto vegetal permitem calcular a Superfície Foliar Exposta (SFE). Partindo do princípio que as folhas exteriores são as que mais contribuem para fotossíntese, a SFE permite um conhecimento mais aprofundado do potencial fotossintético das plantas, porque reflete a quantidade de folhas expostas diretamente à radiação solar.

Na figura 9 está representada a SFE das duas modalidades de poda (MEC e MAN) em duas etapas distintas. Através da observação do gráfico, conclui-se que a desfolha produziu uma diminuição nas duas modalidades. Apesar de não serem diferenças significativas, houve uma diminuição bastante mais acentuada na poda manual. As duas modalidades apresentam valores de SFE muito próximos durante a maturação, após a desfolha. Embora os valores registados se encontrem abaixo do valor que Smart & Robinson (1991) referem como ideal - 21 000 m²/ha, Argillier (cit. em Castro *et al.*, 2006) aponta valores de SFE próximos de 11 600 m²/ha como os mais indicados para a produção de uvas de qualidade em monoplanos verticais ascendentes, em clima mediterrânico. Os gráficos representados nas figuras 9 e 10, revelam valores muito próximos do indicado.

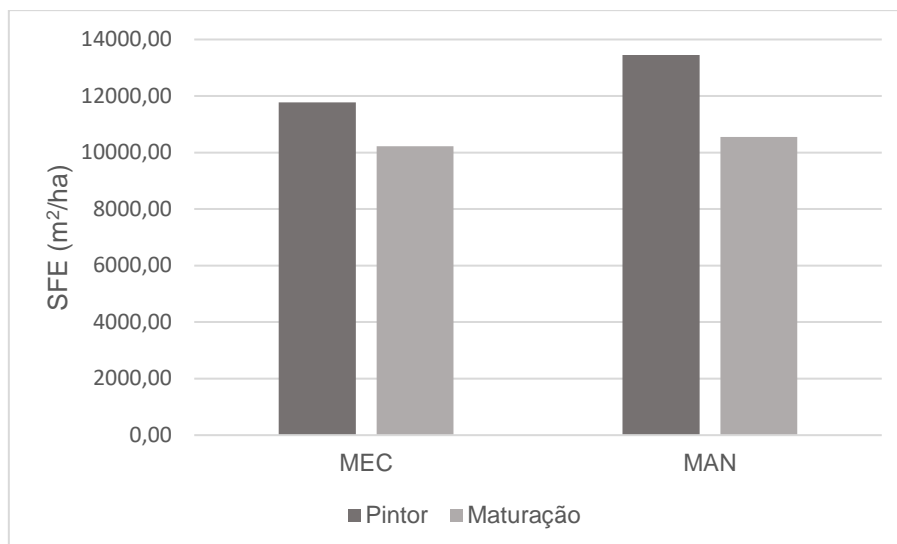


Figura 9 – Influência do tipo de poda na superfície foliar exposta (SFE), em videiras da casta 'Syrah'. MEC – Poda mecânica (poda em sebe); MAN – Poda manual

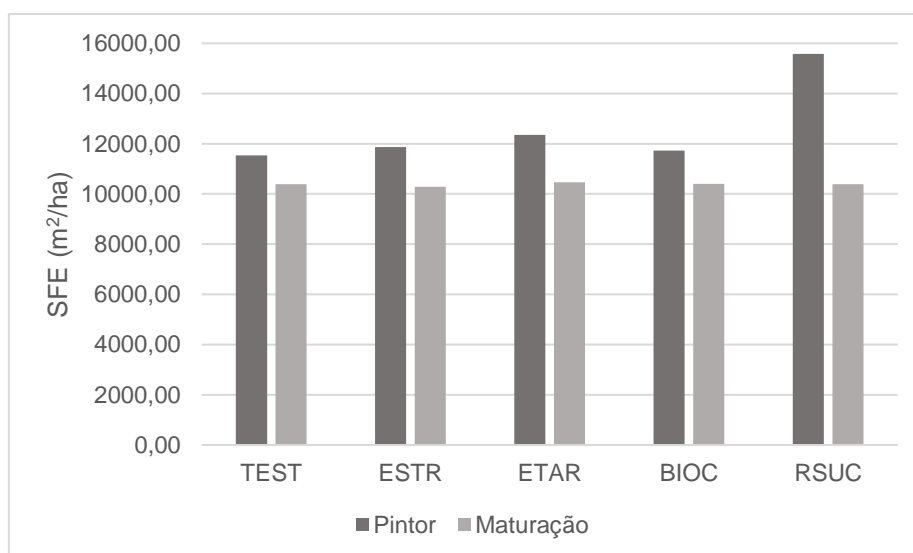


Figura 10 – Influência do tipo de corretivo orgânico na superfície foliar exposta (SFE), em videiras da casta 'Syrah'. TEST – Testemunha; ESTR – Estrume; ETAR – Lamas de ETAR; BIOC – pó de carvão; RSUC – Resíduos sólidos urbanos compostados

4.3.3. Número de camadas de folhas

A densidade do coberto vegetal foi caracterizada através dos parâmetros obtidos pelo método "Point Quadrat" (Smart e Robinson, 1991) e que se encontram expressos em número de camada de folhas (NCF), % de folhas interiores, % de cachos interiores, % de cachos expostos e % de buracos (porosidade).

As folhas interiores são de baixo rendimento fotossintético devido à fraca exposição solar. Existindo em excesso, recebem os fotoassimilados produzidos na fotossíntese, diminuindo a acumulação dos frutos em desenvolvimento e, por sua vez, a qualidade. Smart (1989) afirma

que o coberto ideal deve ter 1,5 camadas de folhas, mas deve ter-se em linha de conta aspetos como a situação ecológica, casta e objetivo de produção. No ensaio em questão, os valores observados à maturação (quadro 5) para as duas modalidades pertencem ao intervalo usual.

Nos quadros 4 e 5, estão descritos os valores observados para os quatro parâmetros registados nas duas modalidades de poda, ao pintor e à maturação, respetivamente.

Quadro 4- Influência da modalidade de poda no número de camada de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores, percentagem de cachos exteriores e percentagem de buracos, ao pintor. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual

	NCF nível dos cachos	% Folhas interiores	% Cachos exteriores	% de Buracos
MEC	3,5	47,7	8,5	0
MAN	3,8	51,1	11,1	0

Quadro 5 - Influência da modalidade de poda no número de camada de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores, percentagem de cachos exteriores e percentagem de buracos, à maturação. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual

	NCF nível dos cachos	% Folhas interiores	% Cachos exteriores	% de Buracos
MEC	2,5	33,7	23,1	1,3
MAN	3,1	41,8	13,4	0

No decorrer da maturação, ocorre uma senescência foliar natural, que acaba por proporcionar um microclima luminoso mais adequado à maturação do fruto. Desta senescência resulta uma diminuição no número de camada de folhas para valores mais equilibrados (entre 2 e 3), diminuição na percentagem de folhas interiores, que nesta região é particularmente importante que aconteça devido à suscetibilidade de ocorrência de doenças criptogâmicas. Como consequência da diminuição do NCF, a percentagem de cachos exteriores aumenta ligeiramente, havendo maior exposição dos cachos à radiação que se poderá refletir de forma positiva já que nesta região não há um risco elevado de escaldão.

Do pintor para a maturação, verificou-se uma melhoria na porosidade na modalidade de poda mecânica (MEC).

4.4. Qualidade

4.4.1. Evolução da maturação e análise do mosto à vindima

A avaliação da evolução da maturação foi realizada através de colheitas semanais de bagos entre a meia maturação e a vindima. As análises consistiram na determinação do peso dos bagos, TAP (teor de álcool provável), acidez total e pH.

Através da informação retirada do gráfico da figura 11 pode observar-se a evolução do teor de álcool provável ao longo da maturação por modalidade de poda.

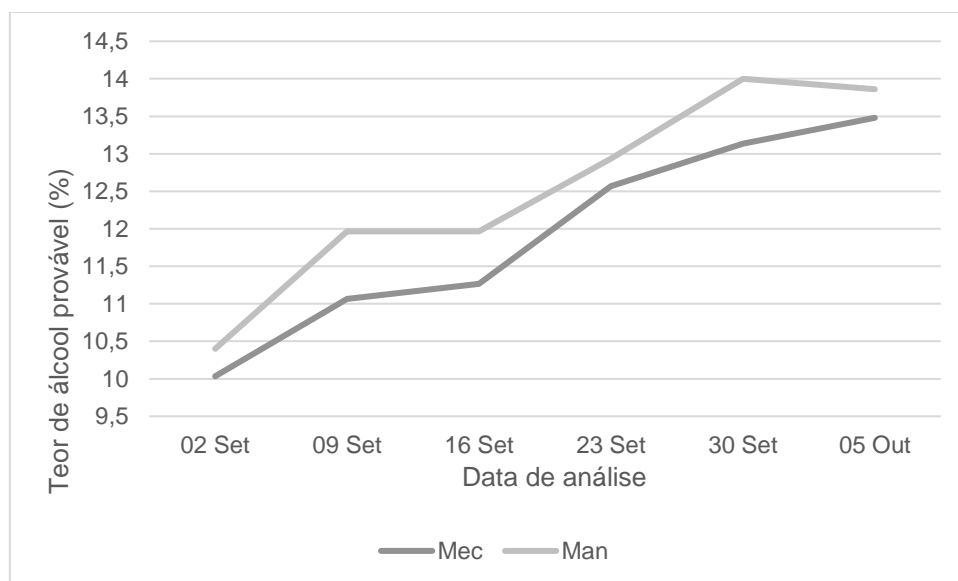


Figura 11 – Evolução do teor de álcool provável (%) na casta Syrah ao longo da maturação

A evolução do teor de álcool provável foi normal, mas verifica-se que entre o dia 9 e 16 de setembro houve uma estagnação do teor na poda manual e um aumento muito pouco significativo na poda mecânica, que se deveu à ocorrência de precipitação em dois dias consecutivos. Pelo quadro 6, conclui-se também que a diferença entre as duas modalidades é significativa ao nível de significância de 0,001.

Na figura 12, está representada a evolução do peso do bago no decorrer da maturação. Naturalmente, houve diferenças significativas entre as modalidades e este aspeto é outra característica da adaptação da videira à poda mecânica (Poni *et al.*, 2004).

Conjugando os dois parâmetros e tendo em conta a evolução do teor de álcool provável nas duas modalidades de poda, podia, eventualmente, ter-se considerado vindimar as parcelas da poda mecânica uma semana mais tarde. No entanto, é necessário considerar as implicações que tem a mobilização de mais um dia de vindima.

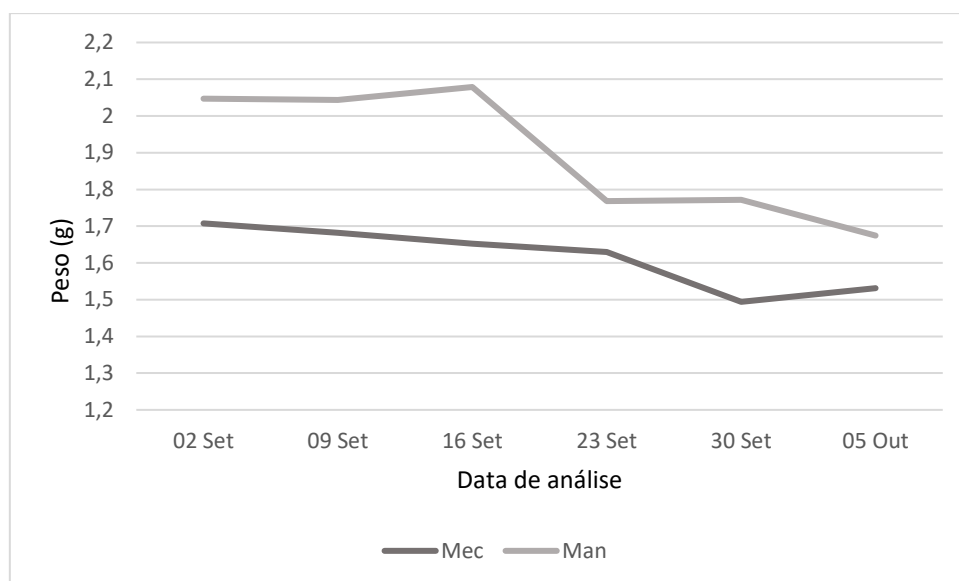


Figura 12 – Evolução do peso do bago no decorrer da maturação por modalidade de poda

Através do quadro 6, conclui-se que a diferença do peso do bago ao longo da maturação é significativa ao nível 0,001 e, apesar da análise de variância provar que não há diferenças significativas entre os diferentes corretivos orgânicos, os dados estatísticos descritivos revelaram que o peso por bago referente ao corretivo orgânico lamas de ETAR era normalmente superior. Este aspeto pode dever-se ao teor de azoto no solo que, sendo maior, aumenta a capacidade de crescimento da videira traduzindo-se, entre outros aspetos, no peso do bago. O teor de azoto, sendo mais elevado, resulta no aumento de vigor da planta e, durante a vindima foi possível observar que a percentagem de cachos afetados pela podridão era maior nesta modalidade.

Quadro 6 - Efeito dos fatores poda e matéria orgânica nos parâmetros analíticos dos bagos à vindima. MEC - poda mecânica; MAN - poda manual; BIOC - pó de carvão; ESTR - estrume bovino; ETAR - Lamas de ETAR; RSUC - Resíduos sólidos urbanos compostados; TEST - Testemunha

	Peso do bago (g)	TAP (%v/v)	pH	Ac. Total (g ac.tart./l)
MEC	1,46	13,2	3,55	4,15
MAN	1,74	14,2	3,63	4,12
<i>Sig</i>	***	***	ns	ns
BIOC	1,55	14,0	3,62	4,10
ESTR	1,61	13,4	3,64	4,03
ETAR	1,69	13,4	3,54	4,1
RSUC	1,61	13,7	3,55	4,27
TEST	1,53	13,9	3,59	4,17
<i>Sig</i>	n.s	n.s	n.s	n.s
<i>Poda x M.O</i>	n.s	n.s	n.s	n.s

Nota: *Sig.* - Nível de significância: * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

5. Conclusões

Neste trabalho procurou-se avaliar o efeito da poda mecânica e a aplicação de diferentes corretivos orgânicos, na resposta anual da videira em termos de estrutura do coberto vegetal, rendimento e qualidade das uvas na casta Syrah.

A MEC originou uma carga à poda maior, que foi compensada por uma menor percentagem de abrolhamento. Embora o peso por cacho na poda mecânica tenha sido inferior ao peso por cacho da poda manual, o rendimento relativo à primeira modalidade foi superior, devido ao maior número de cachos por videira.

Contrariamente a resultados obtidos em anos anteriores, houve uma diferença significativa no teor de álcool provável dos bagos analisados à vindima, com valores superiores na poda manual. No entanto, este aspeto pode ser resultado de uma variação climática que se tenha revelado prejudicial neste sentido.

Não houve diferenças significativas entre corretivos orgânicos em nenhuma das componentes avaliadas no ano de 2016, comparando as quatro matérias orgânicas aplicadas com a testemunha, conclui-se que nenhuma delas origina resultados particularmente interessantes. Contudo, tendo em conta o aspeto económico e ambiental, a utilização destes corretivos revela ser uma opção mais sustentável.

As análises dos bagos da poda mecânica feitas à vindima não revelaram tendências para a melhoria dos parâmetros qualitativos na poda mecânica.

6. Referências bibliográficas

- Amlinger, F., Gotz, B., Dreher, P., Geszti, J., Weissteiner, C. (2003). Nitrogen in biowaste and yard waste compost: dynamics of mobilization and availability – a review. *European Journal of Soil Biology*, 39, pp.107-116.
- Andersen, P.C. (1992). Performance of cultivars and selections of muscadine grapes in north Florida. *Fruit Var. J.*, 46, pp.245-249.
- Baggiolini, M. (1952). Stades repères de l'abricotier. *Rev. Romande Agric. Vitic. Arboric.* (8), pp.28-29.
- Bergqvist, J., Dokoozlian, N., Ebisuda, N. (2001). Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and viticulture*, 52(1), pp.1-7.
- Baccino, M.F. (1988). Influencia del rendimiento sobre la calidad del mosto en tres cultivares de *Vitis Vinifera* L. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- Branas, J. (1965). Bases générales de la taille de la vigne. *Le Progrès Agricole et Viticole*, Montpellier, (82), pp.311–318.
- Brancador, L., Marmugi, M. (1997). Rapporto tra sistemi di allevamento della vite e tempi di lavoro nella vite. *Inf. Agrario*, 53, pp.71-74.
- Carbonneau, A. (1997). Choix des éléments du système de conduite. Justification du modèle Lyre et de la mécanisation de sa récolte. *Eurovit*: 17-20.
- Castro, R., Claro, A., Rodrigues, A. Teixeira, A., Machado, J., Piovene, C., Cruz, A. (2010). Poda mecânica na vinha: efeitos no rendimento e na qualidade. 8o Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo.
- Champagnol, F. (1978). Fertilisation optimale de la vigne. *Progres agric. Vitic.* (95), pp.432-440.
- Champagnol, F. (1984). Éléments de physiologie de la vigne et de la viticulture general. Ed, Auteur, Montpellier, 351 pp.
- Clímaco, P., Ricardo da Silva, J., Laureano, O., Castro, R., Tonietto, J. (2012) - O clima vitícola das principais regiões produtoras de uva para vinho de Portugal. In: TONIETTO, Jorge; SOTÉS RUIZ, Vicente; GÓMEZ-MIGUEL, Vicente D. Clima, zonificación y tipicidad del vino

en regiones vitivinícolas iberoamericanas. Madrid: CYTED, p. 313-357. (ISBN : 978-84-15413-10-3).

Clingeleffer, P.R. (1984). Production and growth of minimal pruned Sultana vines. *Vitis*, 23, pp.42-54.

Clingeleffer, P.R. (1988). Minimal pruning of cordon trained vines (MPCT). In *Proceedings of the Second International Seminar on Mechanical Pruning of Vineyards*, pp.112-120. Villanova di Motta di Livenza, Treviso, Italy.

Clingeleffer, P.R. (1993). Vine response to modified pruning practices. In *Proceedings of the Second N.J. Shaulis Grape Symposium*. R.M. Pool (Ed), pp.20-30.

Clingeleffer, P.R. (2000). Mechanization of wine and raisin production in Australian vineyards. *Proceedings of the ASEV 50th anniversary annual meeting*, Seattle, Washington, pp. 65-169.

Clingeleffer, P.R. (2011). Crop Development, Crop Estimation and Crop Control to Secure Quality and Production of Major Wine Grape Varieties: A National Approach. Final report to Grape and Wine Research & Development Corporation, State Government Victoria – Primary Industries. Victoria: CSIRO Plant Industry, pp.2-143.

Cruz, R., Piovenne, C., Claro, A., Rodrigues, A., Castro, R. (2011). Mechanical pruning on a vertical shoot positioning system in Dão region. 17thInternational Symposium GiESCO 2011, Asti, pp.575-577.

Dokoozlian, N. (2013). The evolution of mechanized vineyard production systems in California. *Acta Hortic.* 978, pp.265-278.

Dry, P.R., Loveys, B.R. (1998). Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4, pp.140-148.

Freeman, B.M., and Cullis, B.R. (1981). Effect of hedge shape for mechanical pruning of vinifera vines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 32, pp.21-25.

Gatti, M., Civardi, S., Bernizzoni, F., Poni, S. (2011). Long-term effects of mechanical winter pruning on growth, yield, and grape composition of Barbera grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62, pp.199-206.

Geller, J.P., Kurtural, S.K. (2013). Mechanical canopy and crop-load management of Pinot gris in a warm climate. *American Journal of Enology and Viticulture*, 64, pp.65-73.

Intrieri, C., Poni, S. (1988). Long-term trials on winter mechanical pruning of grapes. In Proceedings of the Second International Seminal on Mechanical Pruning of Vineyards. Edagricole (Ed), pp.168-173.

Intrieri, C., Poni, S. (1995). Integrated evolution of trellis training systems and machines to improve grape and vintage quality of mechanized Italian vineyards. American Journal of Enology and Viticulture, 46, pp.116-127.

Intrieri, C., Filippetti, I., Allegro, G., Valentini, G., Pastore, C., Colucci, E. (2011). The semi-minimal-pruned hedge: A novel mechanized grapevine training system. American Journal of Enology and Viticulture, 62, pp.312-318.

Jackson, D.I., Steans, G.F., Hemmings, P.C. (1984). Vine response to increased node numbers. American Journal of Enology and Viticulture, 35, pp.161-163.

Keller, M., Mills, L.J., Wample, R.L., Spayd, S.E. (2004). Crop load management in concord grapes using different pruning techniques. American Journal of Enology and Viticulture, 55, pp.35-50.

Kliewer, W.M. (1971). Effect of day temperature and light intensity on concentration of malic acid and tartaric acids in *Vitis vinifera* L. grapes. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 96, pp.372-377.

Kliewer, W.M. (1977). Influence of temperature, solar radiation, and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. American Journal of Enology and Viticulture, 28, pp.96-103.

Kliewer, W.M., Torres, R.E. (1972). Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. American Journal of Enology and Viticulture, 23, pp.71-76.

Kliewer, W.M., Dokoozlian N.K. (2005). Leaf area/crop level weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. American Journal of Enology and Viticulture, 56, pp.170-181.

Kurtural, S.K., Dervishian, G., Wample, R.L. (2012). Mechanical canopy management reduces labor costs and maintains fruit composition in Cabernet Sauvignon grape production. HortTechnology, 22, pp.509-516.

Lehmann, J. (2007). Bio-energy in the black, Frontiers in Ecology and the Environment, 5, pp.381-387.

Lopes, C. (2009). Textos de apoio às aulas de Fundamentos de Viticultura – A Poda da Videira. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Produção Agrícola e Animal.

Lopes, C. (2011a). Textos de apoio às aulas de Viticultura – Ecofisiologia da Videira. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências e Engenharia de Biosistemas.

Lopes, C. (2011b). Textos de apoio às aulas de Viticultura – Controlo do crescimento vegetativo e gestão anual da folhagem, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.

Lopes, C., Melícias, J., Aleixo, A. Laureano, O., Castro, R. (2000). Effects of mechanical hedge pruning on growth, yield, yield and quality of Cabernet Sauvignon grapevines. *Acta Horticulturae*, 55.

Lopes, C; Pinto, P.A. (2005). Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. *Vitis*, 44, pp.55-61.

Lyon, A.V., Walters, D.V. (1941). Production of dried grapes in Murray Valley irrigation settlements. I. *Viticulture Counc. Sci. Ind. Res. Austral. Bull.* No. 143.

Magalhães, N. (2015). *Tratado de Viticultura - A videira, a vinha e o Terroir*. 2a ed. Esfera Poética. Lisboa, Portugal.

Main, G.L., Morris, J.R. (2008). Impact of pruning methods on yields components and juice and wine composition of Cynthiana grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59, pp.179-187.

May, P. (1987) The grapevine as a perennial, plastic and productive plant. In *Proceedings of the 6th Australian Wine Industry Technical Conference*, pp. 40-49.

McCarthy, M.G., Cirami, R.M. (1990). Minimal pruning effects on the performance of selections of four *Vitis vinifera* cultivars. *Vitis*, 29, pp.85-96.

Monteiro, A.; Lopes, C. (2014) Textos de apoio às aulas de Fundamentos de Viticultura - Morfologia e Anatomia da Videira (*Vitis Vinifera* L.). Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.

Morris, J.R., Cawthon, D.L. (1975). Effect of mechanical pruning on yield. In *Proceedings of Arkansas State Hort. Soc. 96th Annual Meeting*, pp.99-101.

Morris, J.R., Cawthon, D.L. (1979). Response of Concord grape to training system. Arkansas Farm Research, 28, pp.12.

Morris, J.R., Cawthon, D.L. (1980). Yield and quality response of Concord grapes (*Vitis labrusca* L.) to mechanized vine pruning. American Journal of Enology and Viticulture, 32, pp.280-282.

Morris, J.R. (2000). Vineyard mechanization for New York. Proc. Viticulture, pp.28.

Morris, J.R. (2001). Past, present, and future of vineyard mechanization. In Proceedings of the ASEV 50th Anniversary Annual Meeting, Seattle, Washington, 19-23 Junho 2000. J.M.Rantz (Ed.), pp.155-164, American Society for Enology and Viticulture, Davis.

Morris, J.R. (2007). Development and commercialization of a complete vineyard mechanization system. HortTechnology, 17, pp.411-421.

Morris, J.R. (2008). In Proceedings of 23rd Annual Midwest Grape and Wine Conference, Justin R. Morris Vineyard Mechanization Symposium.

Murisier, M.B., 1996. Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et accumulation des glucides de reserve. Relation entre la rendement et la chloroses. Thèse Doct. École Polytechnique de Zurich, pp.132.

OIV, (2005). Compendium of international methods of wine and must analysis, pp.1-504. [Consultado 7 Setembro]. Disponível em: <http://www.oiv.int/public/medias/4231/compendium-2016-en-vol1.pdf>

OIV, (2009). Description des cepages du monde., pp.1-560. [Consultado 30 Agosto]. Disponível em: <http://www.oiv.int/fr/normes-et-documents-techniques/description-des-cepages/description-des-cepages-du-monde>

OIV, (2015). World vitiviniculture situation., pp. 1-16. [Consultado 30 Agosto]. Disponível em: www.oiv.int

Poni, S., Intrieri, C., Magnanini, E. (2000). Seasonal growth and gas Exchange of conventionally and minimally pruned Chardonnay canopies. Vitis, 39, pp.13-18.

Poni, S., Bernizzoni, F., Presutto, P., Rebutti, B. (2004). Performance of Croatina under short-cane mechanical hedging: A successful case of adaptation. American Journal of Enology and Viticulture, 55, pp.379-388.

Poni, S., Tombesi, S., Palliotti, A., Ughini, V. & Gatti, M. (2016). Mechanical winter pruning of grapevine: Physiological bases and applications. *Scientia Horticulturae* 204, 88-98.

Possingham, J.V. (1994). New concepts in pruning grapevines. *Hortic. Rev.*, 16, pp.235-254.

Queiroz, J. (2010). Ciclo biológico da videira. Documentos de apoio às aulas de Viticultura Geral. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Queiroz, J. (2014). Poda da videira: doenças do lenho. Documentos de apoio às aulas de Viticultura Geral. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Reynolds, A.G., Vanden Heuvel, J.E. (2009). Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60, pp.251-268.

Seguin, G. (1975). Alimentation en eau de la vigne et composition chimique des moûts dans les Grands Crus du Médoc. Phénomènes de régulation. *Conn. Vigne Vin* 9, pp.23-34.

Sevila, F. (1997). La culture de la vigne: De la mecanisation a la robotisation. *Bull. Infomr. Cemagref*, 329, pp.67-77.

Smart, R.E. (1989). Theorie et pratique du choix du système de conduite en Nouvelle Zelande. In *Système de conduite de la vigne et mécanization*. OIV (ed). Paris. 34-48.

Smart, R.E., Ronbinson, M. (1991). Sunlight into Wine. A Handbook for Winegrape -Canopy Management. Winetitles, pp.88, Adelaide, Australia.

Stoev, K. (1966). Enrichissement en sucre et accroissement du volume des baes. *Acad. Ciências de Agric. Bulgária*.

Studer, H., Di Collalto, G., Olmo, H.P. (1980). Observations on the agronomic effects of hedge pruning on grapevines trained as horizontal cordons California. *Riv. Vitic. Enol.*, 33, pp.459-456.

Toda, F.M., Sancha, J.C. (1999). Long-term effects of simulated mechanical pruning under drought conditions. *American Journal of Enology and Viticulture*, 50, pp.87-90.

Tassie, E., Freeman, B.M. (1992). Pruning. In *Viticulture, Vol. II. Practices*. B.G. Coombe and P.R. Dry (eds), pp.66-84.

Varennas, A. (2003). Produtividade dos Solos e Ambiente. Escolar Editora, Lisboa, pp.490.

Winkler, A.J. (1954). Effects of overcropping. *American Journal of Enology and Viticulture*, 5, pp.4-12.

Winkler, A.J. (1958). The relation of leaf area and climate to vine performance and grape quality. *American Journal of Enology and Viticulture*. 5, 4-12.

Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliewer, W.M., Lider, L.A. (1974). *General Viticulture*. Univ. California Press, Los Angeles.

Zabadal, T.J., Vanee, G.R., Dittmer, T.W., Ledebuhr, R.L. (2002). Evaluation of strategies for pruning and crop control of Concord grapevines in southwest Michigan. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, pp.204-209.

7. Anexos

Quadro 7 – Dados registados à vindima

Bloco	Poda	Matéria Orgânica	Nº Sequência	Nº Videira	Nº Cachos	Peso/videira (Kg)	Peso/cacho (Kg)
1	MEC	BIOC	1	2	26	1,6	0,06
1	MEC	BIOC	2	8	11	0,4	0,04
1	MEC	BIOC	3	10	25	1,8	0,07
1	MEC	BIOC	4	3	44	3,5	0,08
1	MEC	BIOC	5	6	55	5	0,09
1	MEC	BIOC	6	9	28	2,3	0,08
1	MEC	ESTR	1	3	46	5,2	0,11
1	MEC	ESTR	2	6	46	3,5	0,08
1	MEC	ESTR	3	10	47	2,6	0,06
1	MEC	ESTR	4	4	45	4	0,09
1	MEC	ESTR	5	7	39	2,2	0,06
1	MEC	ESTR	6	9	42	3,1	0,07
1	MEC	ETAR	1	2	60	7,1	0,12
1	MEC	ETAR	2	6	58	5,5	0,09
1	MEC	ETAR	3	9	70	8	0,11
1	MEC	ETAR	4	2	22	2	0,09
1	MEC	ETAR	5	6	31	3,1	0,10
1	MEC	ETAR	6	7	35	2,1	0,06
1	MEC	TEST	1	3	40	2,1	0,05
1	MEC	TEST	2	6	49	3,7	0,08
1	MEC	TEST	3	9	37	2,9	0,08
1	MEC	TEST	4	2	32	1,8	0,06
1	MEC	TEST	5	3	66	4,3	0,06
1	MEC	TEST	6	10	58	4,3	0,07
1	MEC	RSUC	1	2	41	3,6	0,09
1	MEC	RSUC	2	5	47	5,7	0,12
1	MEC	RSUC	3	10	73	7,4	0,10
1	MEC	RSUC	4	2	59	4,5	0,08
1	MEC	RSUC	5	4	40	2,8	0,07
1	MEC	RSUC	6	6	41	2,7	0,07
1	MAN	BIOC	1	6	18	2,8	0,16
1	MAN	BIOC	2	8	23	2,5	0,11
1	MAN	BIOC	3	11	15	2,1	0,14
1	MAN	BIOC	4	5	21	2,9	0,14
1	MAN	BIOC	5	9	20	2	0,10
1	MAN	BIOC	6	11	16	2,2	0,14
1	MAN	ESTR	1	4	14	3,1	0,22
1	MAN	ESTR	2	8	7	1,3	0,18
1	MAN	ESTR	3	10	13	2,1	0,16
1	MAN	ESTR	4	2	23	3,6	0,16

1	MAN	ESTR	5	6	14	2,7	0,19
1	MAN	ESTR	6	9	16	2,3	0,14
1	MAN	ETAR	1	2	10	1,3	0,13
1	MAN	ETAR	2	5	7	1	0,14
1	MAN	ETAR	3	7	12	1,6	0,13
1	MAN	ETAR	4	1	21	3,1	0,15
1	MAN	ETAR	5	2	11	1,6	0,15
1	MAN	ETAR	6	10	12	1,8	0,15
1	MAN	TEST	1	4	20	1,6	0,08
1	MAN	TEST	2	8	14	1,6	0,11
1	MAN	TEST	3	6	19	2,4	0,13
1	MAN	TEST	4	3	16	1,5	0,09
1	MAN	TEST	5	10	31	5,3	0,17
1	MAN	TEST	6	11	19	4,5	0,24
1	MAN	RSUC	1	2	27	5,3	0,19
1	MAN	RSUC	2	4	13	2	0,15
1	MAN	RSUC	3	5	27	3,5	0,13
1	MAN	RSUC	4	3	13	2,6	0,20
1	MAN	RSUC	5	8	25	3,4	0,14
1	MAN	RSUC	6	10	31	2,7	0,09
2	MAN	TEST	1	1	16	2,5	0,16
2	MAN	TEST	2	3	15	2	0,13
2	MAN	TEST	3	11	14	2,3	0,16
2	MAN	TEST	4	1	19	2,2	0,12
2	MAN	TEST	5	3	16	1,5	0,09
2	MAN	TEST	6	10	9	0,7	0,08
2	MAN	RSUC	1	3	15	3,5	0,23
2	MAN	RSUC	2	5	11	1,8	0,16
2	MAN	RSUC	3	10	13	1,8	0,13
2	MAN	RSUC	4	3	17	3	0,18
2	MAN	RSUC	5	5	7	1,5	0,21
2	MAN	RSUC	6	7	14	1,6	0,11
2	MAN	ESTR	1	4	4	0,5	0,11
2	MAN	ESTR	2	9	12	1,2	0,10
2	MAN	ESTR	3	11	20	4	0,20
2	MAN	ESTR	4	3	23	3,5	0,15
2	MAN	ESTR	5	5	11	2,2	0,20
2	MAN	ESTR	6	11	9	1,6	0,18
2	MAN	BIOC	1	2	21	3	0,14
2	MAN	BIOC	2	6	18	3	0,17
2	MAN	BIOC	3	8	9	1,5	0,17
2	MAN	BIOC	4	5	12	3,1	0,26
2	MAN	BIOC	5	9	15	3	0,20
2	MAN	BIOC	6	11	16	3,1	0,19
2	MAN	ETAR	1	6	20	3,4	0,17

2	MAN	ETAR	2	8	14	2,6	0,19
2	MAN	ETAR	3	9	13	2	0,15
2	MAN	ETAR	4	4	16	2	0,13
2	MAN	ETAR	5	7	15	2	0,13
2	MAN	ETAR	6	10	19	4	0,21
2	MEC	TEST	1	10	41	3,5	0,09
2	MEC	TEST	2	12	50	4,5	0,09
2	MEC	TEST	3	14	50	7,7	0,15
2	MEC	TEST	4	6	80	8	0,10
2	MEC	TEST	5	8	29	2	0,07
2	MEC	TEST	6	9	58	3,6	0,06
2	MEC	RSUC	1	3	50	3,5	0,07
2	MEC	RSUC	2	6	22	2,1	0,10
2	MEC	RSUC	3	9	18	0,9	0,05
2	MEC	RSUC	4	2	51	5,5	0,11
2	MEC	RSUC	5	5	52	4,5	0,09
2	MEC	RSUC	6	10	47	5,5	0,12
2	MEC	ESTR	1	4	27	3,6	0,13
2	MEC	ESTR	2	7	29	2,8	0,09
2	MEC	ESTR	3	1	23	2,6	0,11
2	MEC	ESTR	4	6	36	2,9	0,08
2	MEC	ESTR	5	8	39	3,4	0,09
2	MEC	ESTR	6	10	50	4,5	0,09
2	MEC	BIOC	1	4	53	5,7	0,11
2	MEC	BIOC	2	6	48	4,6	0,10
2	MEC	BIOC	3	9	47	4,5	0,10
2	MEC	BIOC	4	3	90	10	0,11
2	MEC	BIOC	5	6	41	6,5	0,16
2	MEC	BIOC	6	7	55	5	0,09
2	MEC	ETAR	1	5	95	12,8	0,13
2	MEC	ETAR	2	7	64	6,3	0,10
2	MEC	ETAR	3	10	57	6,8	0,12
2	MEC	ETAR	4	5	60	7,5	0,13
2	MEC	ETAR	5	7	56	6,2	0,11
2	MEC	ETAR	6	9	41	5	0,12
3	MEC	ESTR	1	2	50	4,8	0,10
3	MEC	ESTR	2	3	45	3,8	0,08
3	MEC	ESTR	3	1	48	4,5	0,09
3	MEC	ESTR	4	5	32	3,3	0,10
3	MEC	ESTR	5	6	36	2,5	0,07
3	MEC	ESTR	6	11	14	1,3	0,09
3	MEC	TEST	1	3	44	3,5	0,08
3	MEC	TEST	2	5	59	5,5	0,09
3	MEC	TEST	3	7	66	5,5	0,08
3	MEC	TEST	4	2	43	3,5	0,08

3	MEC	TEST	5	4	53	4,5	0,08
3	MEC	TEST	6	9	55	5,2	0,09
3	MEC	BIOC	1	2	45	2,7	0,06
3	MEC	BIOC	2	4	47	4,4	0,09
3	MEC	BIOC	3	10	22	1,5	0,07
3	MEC	BIOC	4	5	48	3,3	0,07
3	MEC	BIOC	5	6	52	5,6	0,11
3	MEC	BIOC	6	11	80	6,5	0,08
3	MEC	ETAR	1	4	36	2,9	0,08
3	MEC	ETAR	2	6	60	4,8	0,08
3	MEC	ETAR	3	12	59	4,5	0,08
3	MEC	ETAR	4	6	60	7,6	0,13
3	MEC	ETAR	5	7	51	5,5	0,11
3	MEC	ETAR	6	11	102	13,9	0,14
3	MEC	RSUC	1	3	40	3,5	0,09
3	MEC	RSUC	2	5	45	4,6	0,10
3	MEC	RSUC	3	8	45	4	0,09
3	MEC	RSUC	4	5	57	4,7	0,08
3	MEC	RSUC	5	7	61	6,8	0,11
3	MEC	RSUC	6	8	47	5,1	0,11
3	MAN	ESTR	1	2	22	2,4	0,11
3	MAN	ESTR	2	8	16	2	0,13
3	MAN	ESTR	3	9	20	2,4	0,12
3	MAN	ESTR	4	2	20	2,8	0,14
3	MAN	ESTR	5	5	13	1,5	0,12
3	MAN	ESTR	6	9	18	2,4	0,13
3	MAN	TEST	1	4	15	2,3	0,15
3	MAN	TEST	2	8	20	2	0,1
3	MAN	TEST	3	10	22	2,9	0,13
3	MAN	TEST	4	3	15	2,6	0,17
3	MAN	TEST	5	6	22	3,1	0,14
3	MAN	TEST	6	11	29	3,8	0,13
3	MAN	BIOC	1	4	23	3,7	0,16
3	MAN	BIOC	2	6	15	2,4	0,16
3	MAN	BIOC	3	10	17	1,7	0,1
3	MAN	BIOC	4	1	23	3,5	0,15
3	MAN	BIOC	5	9	17	1,8	0,11
3	MAN	BIOC	6	11	16	2	0,125
3	MAN	ETAR	1	5	20	3,2	0,16
3	MAN	ETAR	2	10	12	1,8	0,15
3	MAN	ETAR	3	11	14	1,5	0,11
3	MAN	ETAR	4	3	27	4,3	0,16
3	MAN	ETAR	5	5	9	1,5	0,17
3	MAN	ETAR	6	9	25	3	0,12
3	MAN	RSUC	1	4	29	4,8	0,17

3	MAN	RSUC	2	7	13	2,8	0,21
3	MAN	RSUC	3	10	16	3	0,19
3	MAN	RSUC	4	1	13	2,4	0,18
3	MAN	RSUC	5	2	14	2,5	0,18
3	MAN	RSUC	6	9	26	4,7	0,18

Quadro 8 – Resultados das análises realizadas à vindima.

Bloco	Poda		Matéria orgânica	Peso	Peso/bago	TAP (%v/v)	pH	Acidez total (g ác. tart/l)
1	MEC		BIOC	135,88	1,3588	14,2	3,73	3,9
1	MEC		ESTR	143,42	1,4342	13	3,59	3,97
1	MEC		ETAR	152,75	1,5275	12,5	3,59	3,71
1	MEC		TEST	135,56	1,3556	13,8	3,57	4,35
1	MEC		RSUC	135,56	1,3556	13,5	3,57	4,08
1	MAN		BIOC	168,48	1,6848	14,7	3,77	3,75
1	MAN		ESTR	180,63	1,8063	14,2	3,67	3,93
1	MAN		ETAR	177,77	1,7777	14,2	3,7	3,93
1	MAN		TEST	183,19	1,8319	14	3,53	4,12
1	MAN		RSUC	168,14	1,6814	14,2	3,57	4,38
2	MAN		TEST	140,97	1,4097	14,8	3,74	3,75
2	MAN		RSUC	199,12	1,9912	14,3	3,73	3,93
2	MAN		ESTR	182,72	1,8272	14,1	3,72	4,08
2	MAN		BIOC	175,04	1,7504	14,3	3,63	4,08
2	MAN		ETAR	205,83	2,0583	13,6	3,5	4,35
2	MEC		TEST	132,82	1,3282	13,9	3,59	4,23
2	MEC		RSUC	157,99	1,5799	12,9	3,61	4,08
2	MEC		ESTR	156,88	1,5688	12,9	3,65	4,01
2	MEC		BIOC	159,03	1,5903	13	3,42	4,46
2	MEC		ETAR	153,84	1,5384	12,3	3,41	4,5
3	MEC		ESTR	145,09	1,4509	12,5	3,57	4,27
3	MEC		TEST	147,43	1,4743	12,6	3,53	4,35
3	MEC		BIOC	134,62	1,3462	13,8	3,56	4,12
3	MEC		ETAR	156,05	1,5605	13,1	3,51	3,82
3	MEC		RSUC	146,44	1,4644	13,5	3,38	4,4
3	MAN		ESTR	162,22	1,6222	13,8	3,66	3,9
3	MAN		TEST	179,52	1,7952	14,3	3,6	4,23
3	MAN		BIOC	158,36	1,5836	14,2	3,62	4,27
3	MAN		ETAR	172	1,72	14,4	3,55	4,27
3	MAN		RSUC	161,35	1,6135	13,5	3,42	4,76